وفق الأطر المرجعية المحينة لوزارة التربية الوطنية PC

Source Image : Parachute Air Club du Maroc beni mellal

ملخص لدروس مادة الفيزياء

SCIENCES PHYSIQUES



الأستاذ : عمار بناني
جهة بني ملال خنيفرة

وفق الأطر المرجعية المحينة
لوزارة التربية الوطنية PC

الفهرس

فصل الموجات





فصل التحولات النووية





فصل الكهرباء



فصل الميكانيك





Omar PC
optimus.227405@gmail.com
الأستاذ : عمار بناني ، جهة بني ملال خنيفرة

الكفايات المستهدفة

كفايات تجريبية

- صياغة فرضية متعلقة بحدث يمكن حدوثه أو بعامل يمكن أن يؤثر على ظاهرة ما .
- اقتراح تجربة لتمحيص فرضية أو استجابة لهدف محدد .
- اختيار أدوات مناسبة لإنجاز مناولة ما مع تبرير الاختيار .
- وصف تجربة أو ظاهرة .
- تحليل نتائج تجريبية و مجابهتها مع توقعات نموذج مقترح .

كفايات مناولاتية

- تعرف وتسمية أدوات وأجهزة مخبرية.
- تنفيذ برتوكول تجريبي واستعمال الأجهزة والأدوات المطلوبة.
- احترام احتياطات السلامة عند استعمال الأدوات والأجهزة المخبرية.
- إنجاز تبيانة تركيب تجريبي.
- إنجاز تركيب تجريبي انطلاقا من تبيانة.

كفايات علمية

- تعرف العوامل المؤثرة على ظاهرة فيزيائية أو كيميائية.
- ربط نموذج بظاهرة ما .
- مناقشة مدى ملاءمة وتناسق تحليل علمي ما .
- استعمال الوحدات المناسبة.
- تقدير رتبة قدر نتيجة ما.
- استعمال لغة علمية مناسبة.
- تحليل تجربة أو وثيقة بطريقة علمية.
- إنجاز منحنى انطلاقا من مجموعة قياسات. معرفة استثمار منحنى.

كفايات مستعرضة

- اتخاذ مواقف إيجابية تجاه القضايا الكبرى في مجالات البيئة والصحة والوقاية والاستهلاك .
- استعمال المتجهات، والعمليات الرياضية الموافقة (الإحداثيات، الإضافة، الجداء السلمي).
- استعمال الدوال المقررة في مادة الرياضيات.
- استغلال جدول قيم أو قياسات.
- استعمال الحاسوب لمعالجة المعطيات.
- القيام ببحث وثائقي، واختيار المعلومات المناسبة حسب معايير محددة سلفا.



01 الأسئلة التي تطرح على الفيزيائي

الـمحتوى

- بعض أنشطة الفيزيائي و أدوار الفيزياء في المجتمع .
- بعض الأسئلة التي تواجه الفيزيائي خلال أنشطته المهنية.



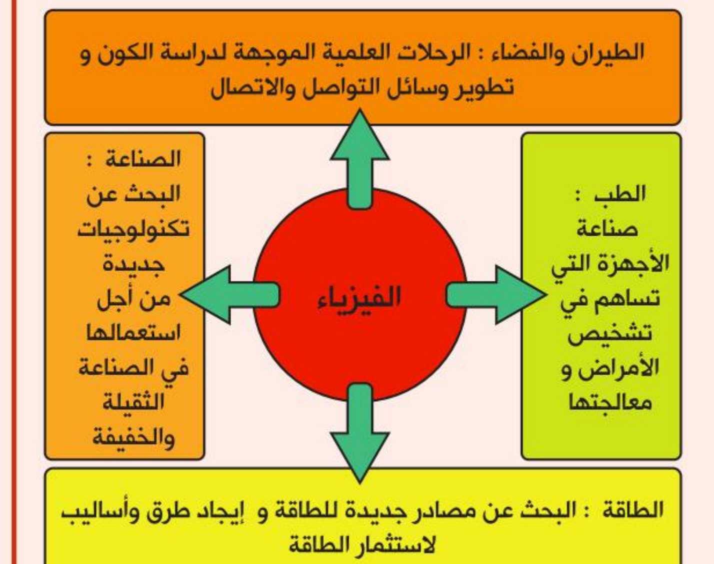
الأسئلة التي تطرح على الفيزيائي

الفيزياء علم يعتمد على الطريقة التجريبية التي اعتمدت منذ عهد غاليلي Galilée ، ينهمك الفيزيائيون في إعداد نماذج بسيطة وإثبات صحتها وذلك بمقابلة أوصافها النظرية مع نتائج التجربة، اعتمادا على المراحل التالية :

- يبدأ الفيزيائيون بملاحظة الظواهر الطبيعية حريصين على تبسيط الواقع بغية تشخيص المقادير الفيزيائية الملائمة.
- بناء نماذج بسيطة بناء على المقادير الفيزيائية.
- يرجع الفيزيائيون إلى الواقع من أجل التأكد من صحة و صفهم....
- عندما يمر كاشف التجربة بنجاح، ويضحى النموذج مثبتا وراسخا، يفتح آنذاك باب لفيزياء تنبئية؛ إذ يعتبر التنبؤ إحدى الميزات الأساسية لعلم الفيزياء.

01 دور الفيزياء فى المجتمع

تلعب الفيزياء دورا كبيرا في التطور الذي يعرفه العصر الحالي حيث يمكن للفيزيائي أن يساهم في تطور الكثير من الميادين، ومن بينها :



02 الأسئلة التي تطرح على الفيزيائي

من أجل فهم وتحليل ظاهرة ما ، يستعمل الفيزيائي المنهج التجريبي الذي يتلخص في المراحل التالية :

أ- ملاحظة الظاهرة المراد دراستها مع طرح مجموعة من الأسئلة التي لها ارتباط بالظاهرة . مثال :

- ماهي المقادير المناسبة التي تسمح بدراسة الظاهرة ؟
- ماهي البارامترات الخارجية التي تتحكم في تطور الظاهرة ؟
- هل تطور الظاهرة سريع أم بطيء ؟ هل هو رتيب أم متغير ؟ هل هو دوري أم لادوري ؟

ب- الفرضية وهي عبارة عن أجوبة محتملة للأسئلة

ج- التجربة وتجرى في المختبر من خلال نمذجة الظاهرة وهي ضرورية لتأكيد صلاحية الفرضية أو تفنيدها

د- الاستنتاج بوضع علاقة رياضية تربط بين البارامترات الخارجية .

ه- التعميم بعد التأكد من صلاحية العلاقة في تجارب متعددة وهذا يمكن من صياغة قانون أو مبدأ أو قاعدة.



الموجات الميكانيكية المتوالية

المحتوى

- تعريف الموجة الميكانيكية وسرعة انتشارها .
- الموجات الطولية والمستعرضة وخواصها .
- الموجة المتوالية في وسط أحادي البعد .
- مفهوم التأخر الزمني.

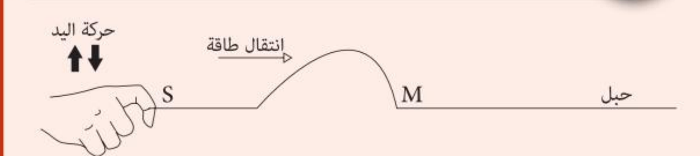
المعارف والمهارات المستهدفة

- تعريف الموجة الميكانيكية وسرعة انتشارها .
- تعريف الموجة الطولية والموجة المستعرضة .
- معرفة واستغلال الخو اص العامة للمو جات .
- تعريف الموجة المتوالية أحادية البعد ومعرفة العلاقة بين استطالة نقطة من وسط الانتشار واستطالة المنبع .
- استغلال العلاقة بين التأخر الزمني، والمسافة وسرعة الانتشار .
- استغلال وثائق تجريبية ومعطيات لتحديد : مسافة، التأخر الزمني، سرعة الانتشار .
- إنجاز تركيب تجريبي (راسم التذبذب) لقياس التأخر الزمني أو سرعة الانتشار عند انتشار موجة.



الموجات الميكانيكية المتوالية

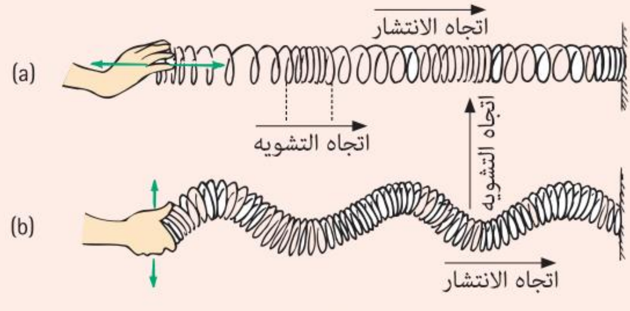
01 الموجات الميكانيكية



- تعريف الموجة الميكانيكية : هي ظاهرة إنتشار تشوه (إشارة أو طاقة) في وسط مادي مرن دون إنتقال للمادة التي تكون هذا الوسط .

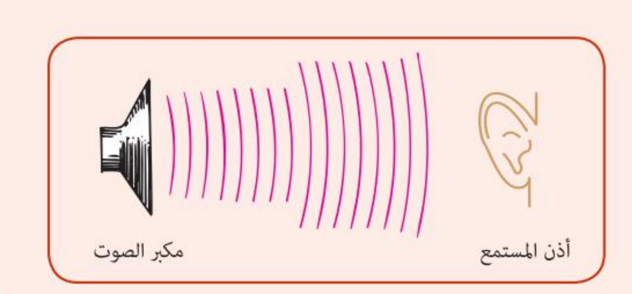
- تعريف الموجة الميكانيكية المتوالية : هي تتابع مستمر، لاينقطع لإشارات ميكانيكية ناتجة عن إضطراب مصان ومستمر لمنبع S للموجات .

- ماهو الفرق بين الموجة المستعرضة والموجة الطولية : الموجة المستعرضة هي الموجة التي يكون فيها إتجاه التشويه عمودي على إتجاه الإنتشار . مثال : انتشار موجة طول حبل أو الموجة المائية. أما الموجة الطولية هي الموجة التي يكون فيها إتجاه التشويه على إستقامة واحدة مع إتجاه الإنتشار مثال : إنتشار موجة طولية طول نابض.



(a) موجة طولية و (b) موجة مستعرضة.

- الموجة الصوتية : الصوت موجة ميكانيكية طولية ينتشر نتيجة إنضغاط أو تمدد وسط الإنتشار، يتطلب إنتشار الصوت وسطا ماديا مرنا و ينتشر في الأجسام : السائلة – الصلبة – الغازية .



02 الخواص العامة للموجات

- إتجاه إنتشار موجة : تنتشر الموجة إنطلاقا من منبعها S في جميع الإتجاهات المتاحة لها .

* تكون الموجة أحادية البعد (1D) إذا انتشرت في اتجاه واحد . مثال : انتشار موجة طول حبل .

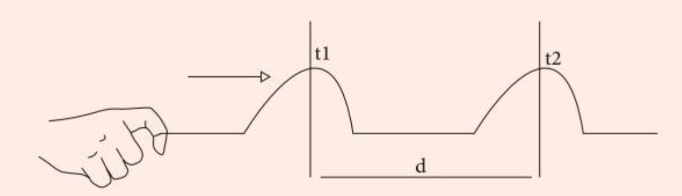
* تكون الموجة ثنائية البعد (2D) إذا انتشرت في مستوى واحد . مثال : انتشار موجة على سطح الماء.

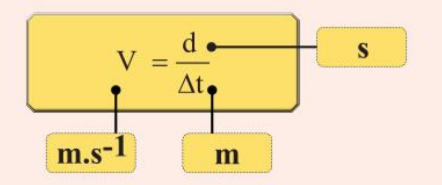
* تكون الموجة ثلاثية البعد (3D) إذا انتشرت في جميع الاتجاهات . مثال : موجة صوتية.

- تراكب موجتين ميكانيكيتين : عند إلتقاء موجتين ميكانيكيتين ، فإنهما تتراكبان وبعد الإلتقاء يستمر إنتشار كل منهما دون تأثير ناتج عن تراكبهما .

03 سرعة انتشار موجة

- تعريف : تقطع الموجة المسافة d خلال مدة زمنية Δt فتكون سرعة إنتشار الموجة هي :





$$V = \frac{d}{\Delta t}$$

(V بوحدة $m.s^{-1}$ ، d بوحدة m ، Δt بوحدة s)

- العوامل المؤثرة على V سرعة إنتشار الموجة :

* مرونة الوسط : إذا إزداد T توتر الحبل تزداد V .

* قصور الوسط : إذا إزدادت μ الكتلة الطولية للحبل تنقص السرعة V . وكذلك تنقص السرعة V عند إزدياد قصور وسط الإنتشار .

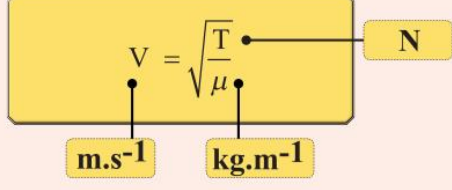
الأستاذ : عمار بناني ، جهة بني ملال خنيفرة
 optimus.227405@gmail.com
Omar PC

الموجات الميكانيكية المتوالية

أمثلة لبعض سرعات الانتشار

وسط الانتشار	الهواء (20C)	الهيليوم (0C)	الهيدروجين (0C)	الماء (20C)	الفولاذ
سرعة الانتشار (m/s)	3.4×10^2	9.65×10^2	1.28×10^3	1.48×10^3	5.94×10^3

- سرعة انتشار موجة طول حبل متوتر :



$$V = \sqrt{\frac{T}{\mu}}$$

T توتر الحبل و µ الكتلة الطولية التي تساوي (m/l)

04 التأخر الزمني

S
τ
M

التأخر الزمني : هو المدة الزمنية اللازمة لمرور الموجة من المنبع S الى النقطة M .

$$\tau = t_M - t_S$$

تعبير السرعة في هذه الحالة :

$$V = \frac{SM}{\tau}$$

- تتعلق سرعة الانتشار V لموجة بطبيعة الوسط (درجة الحرارة و المرونة و الصلابة و القصور).

- العلاقة بين استطالة نقطة M من وسط الانتشار و استطالة المنبع S :

$$y_S(t) = y_M(t + \tau)$$

$$y_M(t) = y_S(t - \tau)$$

الأستاذ : عمار بناني ، جهة بني ملال خنيفرة
optimus.227405@gmail.com
Omar PC





الموجات الميكانيكية المتوالية الدورية

المحتوى

- مفهوم الموجة الميكانيكية المتوالية الدورية : الدورية الزمانية والدورية المكانية .
- الموجة المتوالية الجيبية : الدور والتردد وطول الموجة.
- الإبراز التجريبي لظاهرة حيود موجة ميكانيكية متوالية جيبية.

المعارف والمهارات المستهدفة

- تعرف موجة متوالية دورية ودورها .
- تعريف الموجة المتوالية الجيبية والدور والتردد وطول الموجة .
- معرفة وتطبيق العلاقة : $\lambda = V.T$.
- معرفة شروط بروز ظاهرة الحيود .
- تعريف وسط مبدد .
- استغلال وثائق تجريبية للتعرف على ظاهرة الحيود وإبراز خاصيات الموجة المحيدة .
- إنجاز تركيب تجريبي يمكن من إبراز ظاهرة حيود الموجات الميكانيكية الصوتية وفوق الصوتية

Omar PC



optimus.227405@gmail.com

الأستاذ : عمار بناني ، جهة بني ملال خنيفرة



الموجات الميكانيكية المتوالية الدورية

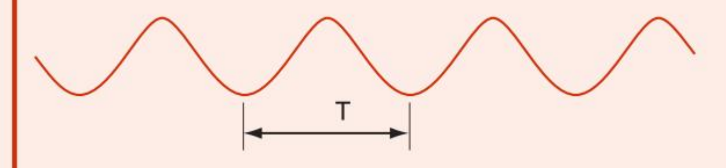
01 الموجات الميكانيكية المتوالية الدورية



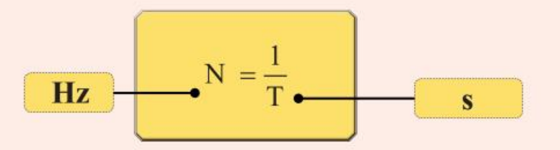
تعريف : تكون الموجة المتوالية دورية إذا كان التطور الزمني للتشوه الحاصل لكل نقطة من وسط الإنتشار دوري .

أمثلة : موجة على سطح الماء - صوت آلة موسيقية - موجة طول حبل .

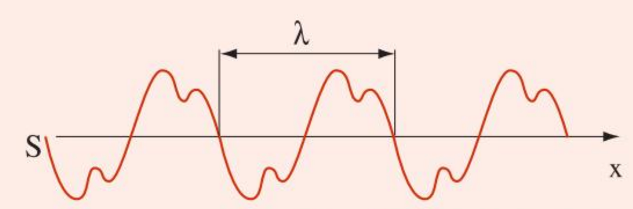
الدورية الزمنية T : الدور الزمني T لموجة متوالية دورية هو أصغر مدة زمنية تعود خلالها نقطة من الوسط الإنتشار إلى نفس الحالة الإهتزازية



تردد الموجة N : هو مقلوب الدور T .



الدورية المكانية λ : تظهر في وسط الإنتشار دورية مكانية λ في لحظة t إذا كانت حركة منبع الموجة دورية



استعمال الوماض لدراسة حركة دورية : الوماض جهاز يعطي ومضات متتالية ترددها Ne ودوره Te حيث : Ne=1/Te يستعمل الوماض لدراسة حركة دورية سريعة ترددها N ودورها T حيث :

N=1/T .

تردد الحركة الظاهرية هو :

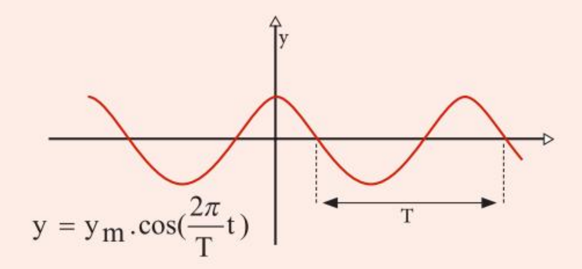
$$N_a = N - N_e$$

- إ ذا كان : N = k.Ne أو (T = Te/k) نحصل على توقف ظاهري لوسط الإنتشار في هذه الحالة.
- إذا كان Na>0 فإننا نلاحظ حركة ظاهرية بطيئة لها نفس منحى الحركة الحقيقية.
- إذا كان Na<0 فإننا نلاحظ حركة ظاهرية بطيئة لها عكس منحى الحركة الحقيقية .

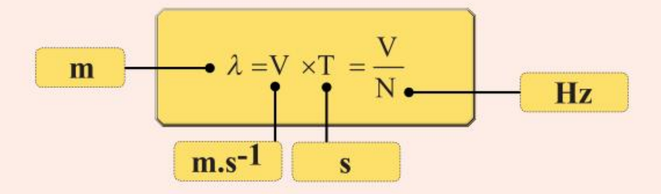
02 الموجات الميكانيكية المتوالية الجيبية

تعريف : الموجة المتوالية الدورية الجيبية هي موجة يكون المقدار الفيزيائي المقرون بها دالة جيبية بالنسبة للزمن ونكتب :

$$y = y_m \cdot \cos(\frac{2\pi}{T}t)$$



طول الموجة : طول الموجة λ هي المسافة التي تقطعها الموجة المتوالية الجيبية خلال مدة زمنية تساوي دور الموجة T .



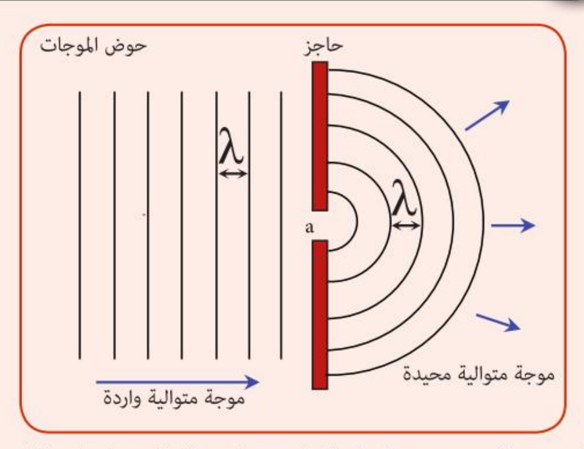
تقوم نقطتان تفصل بينهما مسافة kλ (حيث k عدد صحيح طبيعي) بنفس الحركة في نفس الوقت ، نقول إن النقطتان تهتزان على توافق في الطور .

وتكون نقطتان تفصل بينهما مسافة $(2k+1).\frac{\lambda}{2}$ على تعاكس في الطور .

الأستاذ : عمار بناني ، جهة بني ملال خنيفرة
optimus.227405@gmail.com
Omar PC

الموجات الميكانيكية المتوالية الدورية

03 ظـاهرة الحيود Diffraction



تعريف : يحدث حيود موجة واردة على مستوى فتحة عرضها a يقارب طول الموجة الواردة أوأقل منها $(a < \lambda)$

خاصيات الموجة المحيدة : للموجتان الواردة والمحيدة نفس طول الموجة λ ونفس التردد N ونفس السرعة V .

ملحوظة : ليس هناك حيود للموجة الواردة إذاكان $\lambda < a$ طول فتحة الحاجز أكبر من طول الموجة

04 الوسط المبدد Dispersif

تعريف : إذا كانت سرعة إنتشار V الموجة المتوالية الجيبية في وسط ما تتعلق بتردد المنبع N، نقول إن هذا الوسط مبدد .

مثال : يعتبر الماء وسط جد مبدد للموجات المتوالية عكس الغازات التي تعتبر مبددات ضعيفة.



إنتشار موجة ضوئـــية

المحتوى

- الإبراز التجريبي لظاهرة حيود الضوء.
- انتشار الضوء في الفراغ : النموذج الموجي للضوء .
- انتشار الضوء في الأوساط الشفافة : معامل الوسط
- الإبراز التجريبي لظاهرة تبدد الضوء بواسطة موشور.

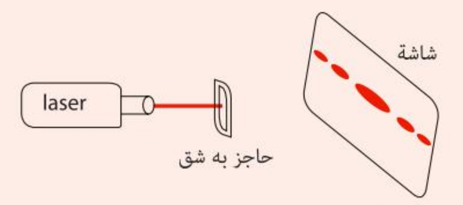
المعارف والمهارات المستهدفة

- معرفة الطبيعة الموجية للضوء من خلال ظاهرة الحيود .
- معرفة تأثير بعد الفتحة أو الحاجز على ظاهرة الحيود.
- استثمار وثيقة أو شكل للحيود في حالة موجة ضوئية .
- معرفة وتطبيق العلاقة $\lambda = \frac{c}{v}$.
- تعريف الضوء الأحادي للون والضوء متعدد الألوان .
- معر فة حدود أطوال الموجات في الفراغ للطيف المرئي والألوان المطابقة لها .
- تحديد موضع الأشعة فوق البنفسجية وتحت الحمراء بالنسبة للطيف المرئي .
- معرفة أن الضوء ينتشر في الفراغ وفي الأوساط الشفافة
- معرفة أن تردد إشعاع أحادي اللون لا يتغير عند انتقاله من وسط شفاف إلى آخر .
- معرفة أن الأوساط الشفافة مبددة للضوء بدرجات مختلفة
- تحديد معامل وسط شفاف بالنسبة لتردد معين .
- إنجاز تركيب يسمح بإبراز ظاهرة الحيود في حالة الموجات الضوئية .
- القيام بقياسات للتحقق من ملاءمة العلاقة : $\theta = \frac{\lambda}{a}$

إنتشار موجة ضوئيـــة

01 الطبيعة الموجية للضوء

ظاهرة حيود الضوء : عند إضاءة شق عرضه صغير جدا ، فإن مبدأ الانتشار المستقيمي للضوء لايتحقق، بل نشاهد على الشاشة بقعا ضوئية متفرقة، تسمى هذه الظاهرة : ظاهرة الحيود.



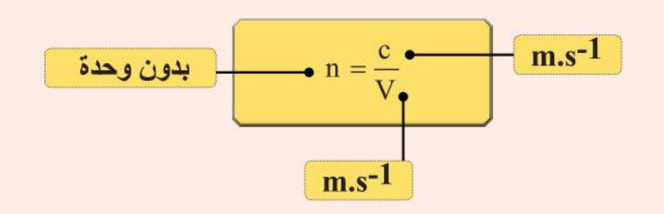
الضوء موجة كهرومغناطيسية تنتشر في أوساط شفافة مادية(الهواء) أو غير مادية (الفراغ).

02 خصائص الموجة الضوئية

الموجة الضوئية أحادية اللون : كل ضوء لا يتبدد بعد إجتيازه لموشور يسمى ضوء أحادي اللون حيث نقرن به موجة متوالية جيبية ترددها ν (دورها $T=1/\nu$) وسرعتها V التي تتعلق بطبيعة وسط الانتشار.

مثال : ضوء لازر أحمر اللون.

سرعة إنتشار الضوء : سرعة إنتشار الضوء في الفراغ هي $c = 3.10^8$ $m.s^{-1}$ أما في وسط مادي شفاف معامل إنكساره n فينتشر الضوء بسرعة V أصغر من c حيث :

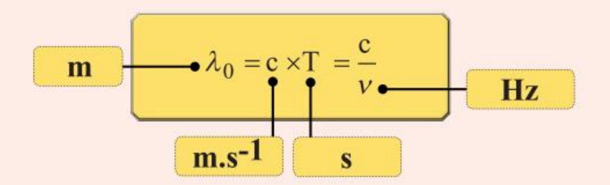


أمثلة لمعاملات الانكسار n :

الوسط	الفراغ	الهواء	الماء	الزجاج	البلور	الماس
n	1	1.00014	1.333	1.5	1.63	2.418

التردد و طول الموجة : تتميز الموجة الضوئية الأحادية اللون بترددها ν الذي لايتعلق بوسط الانتشار، و لايتغير عند انتقالها من وسط شفاف الى أخر.

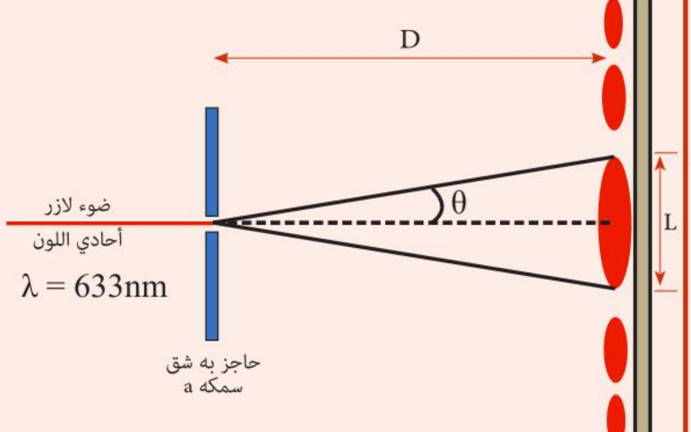
تعبير طول الموجة λ_0 لموجة أحادية اللون في الفراغ :



أمثلة لبعض أطوال موجات أضواء أحادية اللون :

لون الضوء	بنفسجي	أزرق	أخضر	أصفر	برتقالي	أحمر
طول الموجة ب nm	400-450	450-500	500-570	570-590	590-610	610-750

03 حيود موجة ضوئية أحادية اللون



عندما نسلط شعاع لازر أحادي اللون على حاجز به شق سمكه a نلاحظ تكون مجموعة من البقع الملونة على الشاشة تتوسطها بقعة مركزية عرضها L .

θ : الفرق الزاوي بين وسط البقعة المركزية وأول بقعة مضلمة تقاس rad.

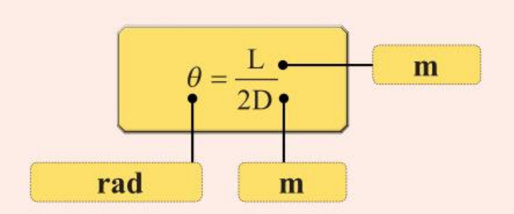


إنتشار موجة ضوئـيـة

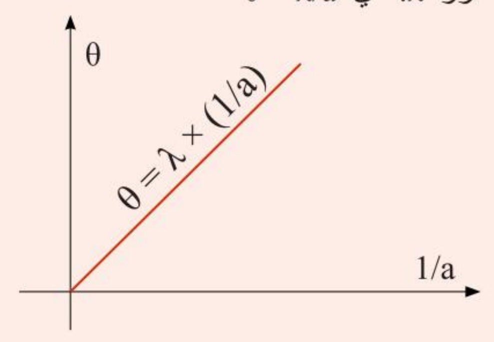
- تكون ظاهرة الحيود أكثر أهمية عندما يكون سمك الشق الموجود بالحاجز أصغر.
- يزداد عرض البقعة المركزية لظاهرة الحيود كلما ازداد طول موجة الضوء الأحادي اللون المستعمل.

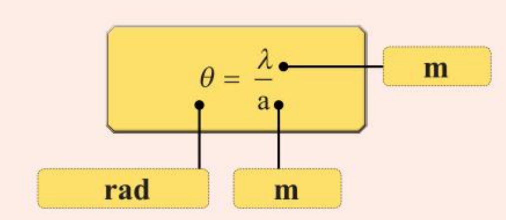
حسب الشكل التجريبي : إذا كانت الزاوية θ صغيرة فإن : $\tan(\theta) = \theta$

ومنه : $\tan(\theta) = \theta = \frac{L/2}{D} = \frac{L}{2D}$ و بالتالي :



برسم منحنى تغير الزاوية θ بدلالة مقلوب a نجد المنحنى عبارة عن مستقيم يمر من أصل المعلم معامله الموجه يساوي طول موجة شعاع اللازر λ. أي $\theta = \lambda/a$



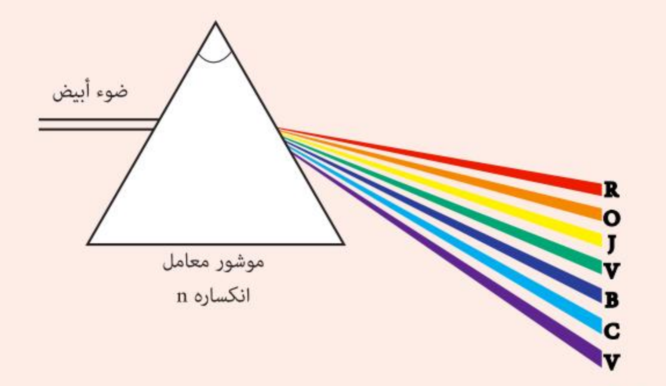


من العلاقتين السابقتين نستنتج أن :

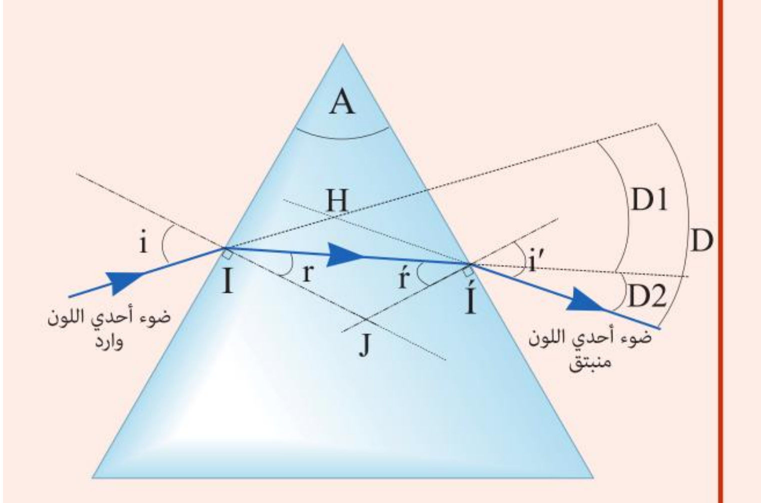
$$\frac{L}{2D} = \frac{\lambda}{a}$$

04 تبدد الضوء الأبيض بواسطة موشور

تبدد الضوء الأبيض : عندما يجتاز شعاع أبيض اللون موشور معامل انكساره n تتكون مجموعة من الأشعة الملونة تسمى طيف الضوء الأبيض، تسمى هذه الظاهرة بتبدد الضوء الأبيض.



زاوية الانحراف : هي الزاوية بين الشعاع الضوئي الوارد IH و الشعاع الضوئي المنبتق HI′



لدينا : $D = D1 + D2$ حيث $D1 = i - r$ و $D2 = i' - r'$

في المثلث AI′I لدينا $(\pi/2) - r + (\pi/2) - r' + A = \pi$

يعني $A = r + r'$

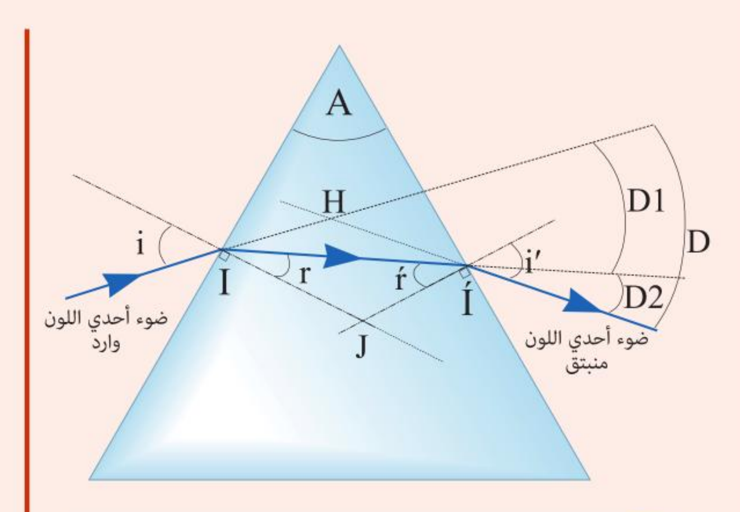
ومنه فإن : $D = D1 + D2 = i - r + i' - r' = i + i' - A$

يعني $D = i + i' - A$

الأستاذ : عمار بناني ، جهة بني ملال خنيفرة
optimus.227405@gmail.com
Omar PC



إنتشار موجة ضوئـــية





العلاقات الخاصة بالموشور

- قانون ديكارت : $1 \times \sin(i) = n\times\sin(r)$
- قانون ديكارت : $n \times \sin(r') = 1\times\sin(i')$
- الانحراف الأول : $D1 = i - r$
- الانحراف الثاني : $D2 = i' - r'$
- زاوية الموشور : $A = r + r'$

زاوية الانحراف : $D = i + i' - A$

يتبين من العلاقة الثانية لديكارت أن زاوية الانبثاق تتعلق بمعامل الانكسار n ومنه كذلك زاوية الانحراف D تتعلق بمعامل الانكسار.

ويتعلق معامل الإنكسار n لزجاج الموشور بلون الشعاع وكل شعاع له تردد خاص ν ؛ إذن n تتعلق بـ ν .

بمأن $n=c/V$ نستنتج أن V تتعلق بالتردد ν ومنه زجاج الموشور وسط مبدد الضوء .

معامل الانكسار الضوء البنفسجي أكبر من معامل انكسار اللون الأحمر.



05 التناقص الإشعاعي

المحتوى

- استقرار وعدم استقرار النوى : تركيب النواة،
- النظائرية، الترميز ، المخطط (N,Z).
- النشاط الإشعاعي : الأنشطة الإشعاعية α و β^- و β^+ انبعاث أشعة γ .
- قوانين انحفاظ الشحنة الكهربائية وعدد النويات.
- قانون التناقص لإشعاعي : تطور المادة المشعة -عمر النصف .
- أهمية النشاط الإشعاعي .
- تطبيق على التأريخ بالنشاط الاشعاعي.

- معرفة مدلول الرمز $^{A}_{Z}X$ وإعطاء تركيب النواة التي يمثلها
- تعريف النظائرية والتعرف على النظائر .
- التعرف على مجالات النوى من خلال المخطط (N,Z) .
- تعريف نواة مشعة .
- معرفة واستعمال قوانين الانحفاظ .
- تعريف الأنشطة الإشعاعية α و β^- و β^+ والانبعاث γ،وكتابة معادلاتها النووية بتطبيق قوانين الانحفاظ .
- التعرف على طراز النشاط الاشعاعي انطلاقا من معادلة نووية .
- معرفة تعبير قانون التناقص الإشعاعي واستثمار المنحنى الذي يمثله .
- معرفة أن 1Bq يمثل تفتتا واحدا في الثانية .
- تعريف ثابتة الزمن θ و λ و $t_{1/2}$
- استعمال العلاقات بين θ و λ و $t_{1/2}$.
- استعمال معادلة الابعاد لتحديد وحدة،θ و λ .
- شرح مبدأ التأريخ واختيار العنصر المشع المناسب لتأريخ حدث معين .
- إنجاز مجموعة من عمليات العد بالنسبة لتفتت إشعاعي . استعمال مجدول (Tableur) أوحاسبة لتحديد الوسط الحسابي والانحراف variance والانحراف الطرازي Ecat - type لعدد من التفتتات المسجلة خلال مدة زمنية معينة.

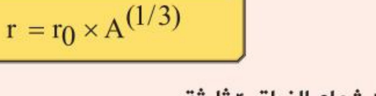
Omar PC



optimus.227405@gmail.com

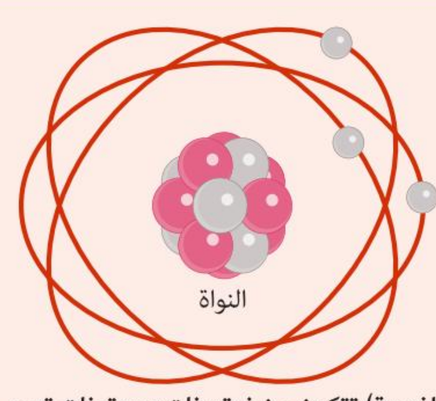
الأستاذ : عمار بناني ، جهة بني ملال خنيفرة





التناقص الإشعاعي

01 إستقرار وعدم إستقرار النواة



نواة الذرة (النويدة) تتكون من نوترونات وبروتونات تسمى نويات ،

تمثل نواة ذرة (نويدة) لعنصر كيميائي X بالرمز : $^{A}_{Z}X$

حيث Z هو عدد البروتونات ويسمى عدد الشحنة و A هو عدد النويات ويسمى عدد الكتلة .

عدد النوترونات يرمز له ب N حيث N = A - Z

أمثلة :

بلوتونيوم	نيبتونيوم	أورانيوم	بروتاكتينيوم	توريوم	أكتينيوم
244 242,00	237 237,05	238 238,03	231 231,04	232 232,04	227 227,00
Pu	Np	U	Pa	Th	Ac
94 6,02	93 6,26	92 6,19	91 5,89	90 6,31	89 5,17
Plutonium	Neptunium	Uranium	Protactinium	Thorium	Actinium

ذرة الأورانيوم تحتوي على 238 نوية و 92 بروتونا و (146=92-238) نوترونا

ذرة التوريوم تحتوي على 232 نوية و 90 بروتونا و (142=90-232) نوترونا

النظائر هي نويدات لها نفس قيمة Z عدد الشحنة وتختلف من حيث عدد الكتلة A أي تختلف في عدد البروتونات.

أمثلة :

$^{12}_{7}N$	$^{2}_{1}H$	$^{14}_{6}C$	$^{18}_{8}O$
$^{14}_{7}N$	$^{1}_{1}H$	$^{12}_{6}C$	$^{16}_{8}O$

كثافة مادة النواة : النواة شكلها كروي شعاع r يحتسب بالعلاقة التالية :

$$r = r_0 \times A^{(1/3)}$$

حيث r شعاع النواة r_0 ثابثة $r_0 = 1.2 \times 10^{-15}$ m

و A عدد الكتلة.

الكتلة الحجمية لنوية واحدة هي $\rho = m / V$ و A=1

حيث : $m = 1.7 \times 10^{-27}$ kg , $V = \frac{4}{3} \times \pi \times r^3$

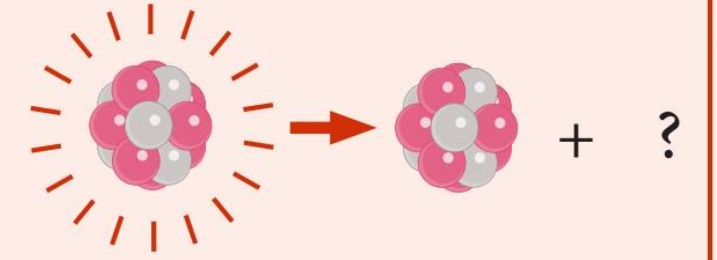
و لدينا : $\rho = \frac{m}{(4/3) \times \pi \times (r_0)^3}$

$$\rho = \frac{1.7 \times 10^{-27}\ kg}{(4/3) \times 3.14 \times (1.2 \times 10^{-15})^3\ m^3} = 2.35 \times 10^{17}\ kg/m^3$$

نلاحظ أن ρ كبيرة جدا مما يدل على أن مادة النواة شديدة الكثافة .

02 النشاط الإشعاعي Radioavtivité

النشاط الإشعاعي تحول طبيعي تلقائي ، وغير مرتقب في الزمن تتحول خلاله نواة غير مستقرة إلى نواة أخرى أو إلى حالة إثارة أقل طاقة ، تسمى النواة غير المستقرة ، نواة مشعة .



قانون الإنحفاظ (قانون سودي) SODDY : خلال كل تحول نووي تنحفظ الشحنة الكهربائية Z وكذالك عدد النويات A بحيث :

$$^{A1}_{Z1}X1 + ^{A2}_{Z2}X2 \rightarrow ^{A3}_{Z3}X3 + ^{A4}_{Z4}X4$$

يعني :

$$A1 + A2 = A3 + A4$$

$$Z1 + Z2 = Z3 + Z4$$

الأستاذ : عمار بناني ، جهة بني ملال خنيفرة
optimus.227405@gmail.com
Omar PC

التناقص الإشعاعي

مختلف الأنشطة الإشعاعية

النشاط الإشعاعي α هو انبعاث نواة الهيليوم حسب المعادلة التالية :

α : $$^{A}_{Z}X \rightarrow {}^{A-4}_{Z-2}Y + {}^{4}_{2}He$$

النشاط الإشعاعي β^+ هو انبعاث بوزيترون حسب المعادلة التالية :

β^+ : $$^{A}_{Z}X \rightarrow {}^{A}_{Z-1}Y + {}^{0}_{1}e$$

النشاط الإشعاعي β^- هو انبعاث الكترون حسب المعادلة التالية :

β^- : $$^{A}_{Z}X \rightarrow {}^{A}_{Z+1}Y + {}^{0}_{-1}e$$

النشاط الإشعاعي γ هو انبعاث موجة كهرومغناطيسية حسب المعادلة التالية :

γ : $$^{A}_{Z}X^* \rightarrow {}^{A}_{Z}X + \gamma$$

ترمز النجمة (*) للحالة المثارة للنواة.

أمثلة:

α : $$^{238}_{92}U \rightarrow {}^{234}_{90}Th + {}^{4}_{2}He$$

β^+ : $$^{201}_{81}Tl \rightarrow {}^{201}_{80}Hg + {}^{0}_{1}e$$

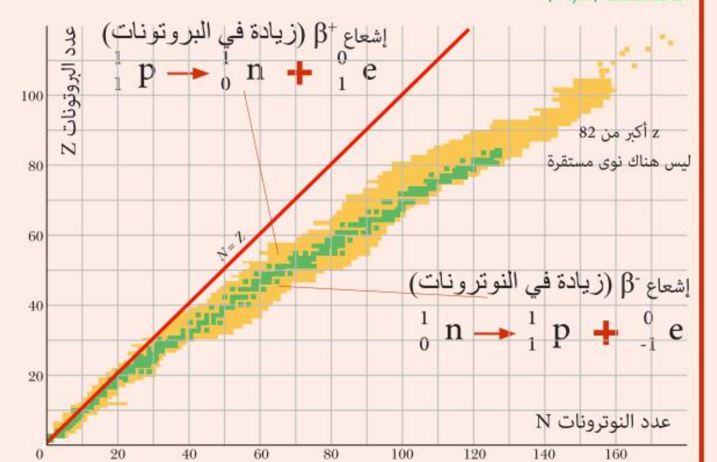
β^- : $$^{60}_{27}Co \rightarrow {}^{60}_{28}Ni + {}^{0}_{-1}e$$

γ : $$^{16}_{8}O^* \rightarrow {}^{16}_{8}X + \gamma$$

الفصيلة المشعة : في بعض الأحيان تكون النويدة المتولدة غير مستقرة فتتفتت لتعطي نويدة أخرى أكثر إستقرارا منها وإذا كانت هذه الأخيرة غير مستقرة تتفتت بدورها ، وهكذا إلى أن نصل إلى نويدة مستقرة وغير مشعة ، نسمي مجموع النويدات الناتجة عن نفس النويدة الأصلية : فصيلة مشعة . هناك أربع فصائل مشعة طبيعية وهي :

$^{237}_{97}Np$ $\quad$ $^{232}_{90}Th$ $\quad$ $^{235}_{92}U$ $\quad$ $^{238}_{92}U$

المخطط (N,Z)



النويات ذات اللون الأخضر مستقرة، وذات اللون الأصفر إشعاعية (غير مستقرة).

- توجد مختلف النظائر لنفس العنصر الكيميائي على نفس المستقيم الموازي لمحور الأراتيب.
- يكون N و Z متقاربين بالنسبة للنوى الخفيفة($Z<20$)

أمثلة : $^{12}_{6}C$ $\quad$ $^{14}_{7}N$ $\quad$ $^{16}_{8}O$ $\quad$ $^{20}_{10}Ne$

- عندما يكبر العدد Z يكون الإستقرار ممكنا فقط إذا كان ($N > Z$) .

03 التناقص الإشعاعي

قانون التناقص الاشعاعي : النشاط الإشعاعي ظاهرة عشوائية تحدث تلقائيا ودون سبق إشعار .

الإ أن دراسة إحصائية تمكننا من التنبؤ بالتطور الزمني لعدد كبير من النوى المشعة.

نعتبر عينة تحتوي على N_0 نويدة مشعة في اللحظة $t=0$.

عدد النوى غير المشعة التي لم تتفتت بعد، الموجودة في لحظة t هو :

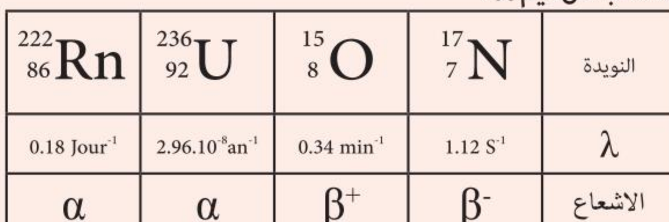
$$N = N_0 \times e^{(-\lambda t)}$$

λ : تابثة إشعاعية وحدتها s^{-1} لاتتعلق بالزمن وهي تميز النويدة المشعة .

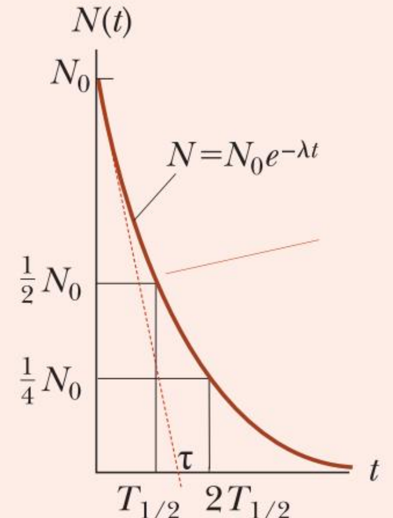
الأستاذ : عمار بناني ، جهة بني ملال خنيفرة
optimus.227405@gmail.com
Omar PC

التناقص الإشعاعي

أمثلة لبعض قيم λ :



النويدة	${}^{17}_{7}N$	${}^{15}_{8}O$	${}^{236}_{92}U$	${}^{222}_{86}Rn$
λ	1.12 S^{-1}	0.34 min^{-1}	$2.96.10^{-8}an^{-1}$	0.18 $Jour^{-1}$
الاشعاع	β^-	β^+	α	α



عمر النصف لنويدة مشعة t1/2 .

تابتة الزمن τ : نعرف تابتة الزمن τ بمقلوب الثابتة الاشعاعية λ و نكتب

$$\tau = \frac{1}{\lambda}$$

عند $t=\tau$ لدينا : $N = N_0 \times e^{(-1)} = 0.37\ N_0$

يعني نقصان عدد النويدات الأصلية بنسبة 63٪ .

عمر النصف لنويدة مشعة : يسمى الدور الإشعاعي أو عمر النصف وهو المدة الزمنية T اللازمة لتفتت نصف نوى العينة المشعة. (أنظر الشكل)

عند $t= T$ لدينا : $N = N_0 / 2$

بماأن : $N = N_0 \times e^{(-\lambda t)}$

إذن $1/2 = e^{(-\lambda t)}$ يعني $\lambda T = \ln(2)$

إذن :

$$T = \frac{\ln(2)}{\lambda} = \ln(2) \times \tau$$

s ← T ؛ s-1 ← λ ؛ s ← τ

عند $t = t_n$ بحيث $t_n = n \times T$

فإن عدد النويات المتبقية هو :

$$N(nT) = \frac{N_0}{2^n}$$

الفصيلة المشعة : هي مجموعة من النوى ناتجة عن تفتتات متسلسلة للنواة الأصلية

نشاط عينة مشعة a : نشاط عينة $a(t)$ مشعة تحتوي على $N(t)$ من النوى المشعة هو عدد النوى المتفتتة في وحدة الزمن ، تعبيره هو :

$$A(t) = \frac{-dN(t)}{dt} = \frac{-d(N_0 \times e^{(-\lambda t)})}{dt} = \lambda.N_0 \times e^{(-\lambda t)}$$

$$A(t) = \lambda \times N(t)$$

الوحدة العالمية SI لقياس a هي البيكريل becquerel رمزها Bq

إذا وضعنا $A_0 = \lambda \times N_0$ نحصل على :

$$A = A_0 \times e^{-\lambda t}$$

البيكريل الواحد : يعادل تفكك واحد في الثانية

مثال : نشاط تفكك 1g من البلوتونيوم المشع هو 2.10^9Bq

التأريخ بالنشاط الإشعاعي : تحتوي الحفريات القديمة على نويدات مشعة يتناقص عددها مع مرور الزمن ، نقيس نشاط العينة a ونقارنه مع نشاط عينة أخرى شاهدة (حالية) a_0 ، وبذلك نحدد t عمر العينة .

من العلاقة السابقة نستنتج أن : $A / A_0 = e^{(-\lambda t)}$

يعني : $\ln(A / A_0) = \ln(e^{(-\lambda t)})$

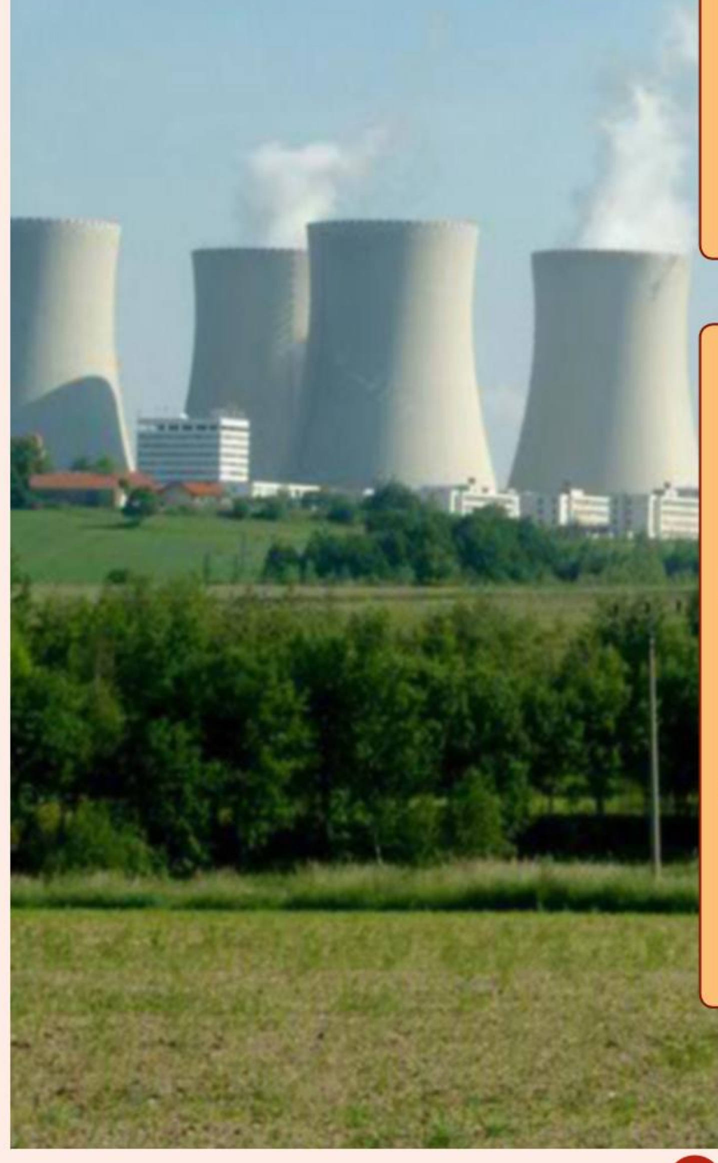
يعني : $\lambda \times t = \ln(A_0 / A)$

بماأن : $\lambda = \ln(2) / T_{1/2}$

إذن : $t = \ln(A_0 / A) / \lambda$

يعني : $t = T_{1/2} \times \ln(A_0 / A) / \ln(2)$

06 النوى ، الكتلة والطاقة



المحتوى

- التكافؤ كتلة - طاقة ، النقص الكتلي ، طاقة الربط .
- طاقة الربط بالنسبة لنوية .
- التكافؤ «كتلة-طاقة» .
- الانشطار والاندماج : استغلال منحنى أسطون لتحديد مجالي الانشطار والاندماج.
- الحصيلة الكتلية والطاقية لتحول نووي : أمثلة للأنشطة الإشعاعية α و β^- و β^+ و أمثلة للانشطار والاندماج.
- استعمالات الطاقة النووية

المعارف والمهارات المستهدفة

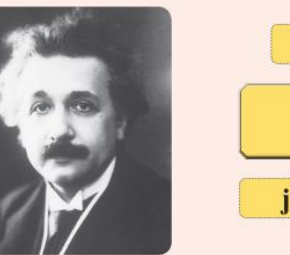
- تعريف وحساب النقص الكتلي وطاقة الربط .
- تعريف وحساب طاقة الربط بالنسبة لنوية .
- تعريف الالكترون فولط ومضاعفاته .
- تحويل الجول إلى الالكترون فولط والعكس .
- معرفة علاقة التكافؤ كتلة -طاقة وحساب طاقة الكتلة.
- تحليل منحنى أسطون لاستجلاء الفائدة الطاقية للانشطار والاندماج .
- تعريف الانشطار والاندماج وكتابة معادلات التحولات النووية بتطبيق قوانين الانحفاظ .
- تعرف نوع التفاعل النووي انطلاقا من المعادلة النووية
- إنجاز الحصيلة الطاقية لتفاعل نووي بمقارنة طاقات الكتلة .
- معرفة بعض تطبيقات وبعض أخطار النشاط الإشعاعي.

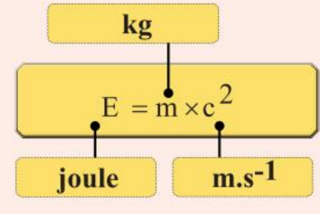


النوى ، الكتلة والطاقة

01 التكافؤ : كتلة – طاقة .

علاقة إنشتاين : بنى ألبير إنشتاين Einstein سنة 1905 النظرية النسبية التي بموجبها كل مجموعة في حالة سكون كتلتها m تملك طاقة E تسمى طاقة كتلية تعبيرها هو :





$$E = m \times c^2$$

E : joule ، m : kg ، c : $m.s^{-1}$

حيث c هي سرعة الضوء $c = 3.10^8\ m.s^{-1}$

وحدة الكتلة و الطاقة : لقياس كتلة النواة والدقائق صغيرة جدا ، نستعمل وحدة الكتلة الذرية u ، وتقرأ uma وتساوي 1/12 من كتلة ذرة الكربون أي تقريبا :

$$1u \approx 1.66 \times 10^{-27} kg$$

الوحدة العالمية لقياس الطاقة هي الجول ، وفي الفيزياء النووية تستعمل وحدة الإلكترون-فولط eV عوض الجول ، حيث :

$$1eV \approx 1.6.10^{-19} j$$

وتستعمل أيضا وحدة الكيلو الكترون فولط حيث:

$1KeV \approx 10^3\ eV = 1.6 \times 10^{-16}\ j$

وتستعمل أيضا وحدة الميكا الكترون فولط حيث:

$1MeV \approx 10^6\ eV = 1.6 \times 10^{-13}\ j$

و اعتمادا على ع. اينشتاين :

$$1u = 931.5 Mev.c^{-2}$$

02 طاقة الربط E_L .

تتكون النواة $^{A}_{Z}X$ من Z بروتونا و A - Z نوترونا

تبين نضرية النسبية لإنشتاين Einstein أن كتلة النواة أقل من مجموع كتل البروتونات و النوترونات .

النقص الكتلي Δm : نعرف النقص الكتلي Δm الفرق بين مجموع كتل النويات وكتلة النواة بالعلاقة التالية :

$$\Delta m = Z.m_p + (A - Z).m_N - m(^{A}_{Z}X)$$

كتلة البروتون : 1.0073 u ، كتلة النوترون : 1.0087 u ، كتلة النواة : $m(^{A}_{Z}X)$

تطبيق : أحسب النقص الكتلي Δm لنواة الأورانيوم علما أن كتلة النواة هي 238.051u و عدد الكتلة هو 238 و عدد الشحنة هو 92.

الجواب :

$$\Delta m = 1,8152\ u$$

طاقة الربط El : طاقة الربط أو طاقة تماسك النواة هي الطاقة التي يجب إعطاؤها لنواة في حالة سكون لفصل نوياتها وتبقى في حالة سكون

حيث $El = \Delta E = \Delta m \times C^2$

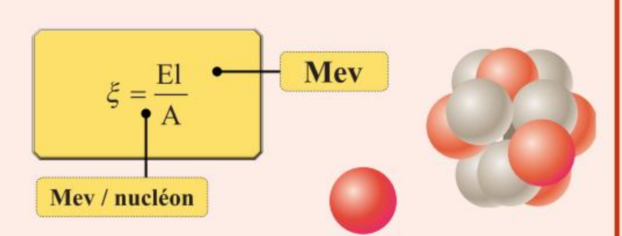
$$\Delta E = \left[Z.m_p + (A - Z).m_N - m(^{A}_{Z}X)\right] \times c^2$$

تطبيق : أحسب طاقة الربط El لنواة الأورانيوم .

الجواب :

$$\Delta E = 1,8152 \times 931.5\ Mev$$
$$\Delta E = 1690,8588\ Mev$$

طاقة الربط للنوية $\mathscr{E}$: طاقة الربط بالنسبة لنوية $\mathscr{E}$ بالعلاقة التالية :



$$\xi = \frac{El}{A}$$

El : Mev ، ξ : Mev / nucléon

حيث El طاقة الربط للنواة و A عدد الكتلة

- كلما كانت طاقة الربط بالنسبة لنوية $\mathscr{E}$ كبيرة كانت النواة (أو النويدة) أكثر إستقرارا .

تطبيق : أحسب طاقة الربط لنوية الأورانيوم .

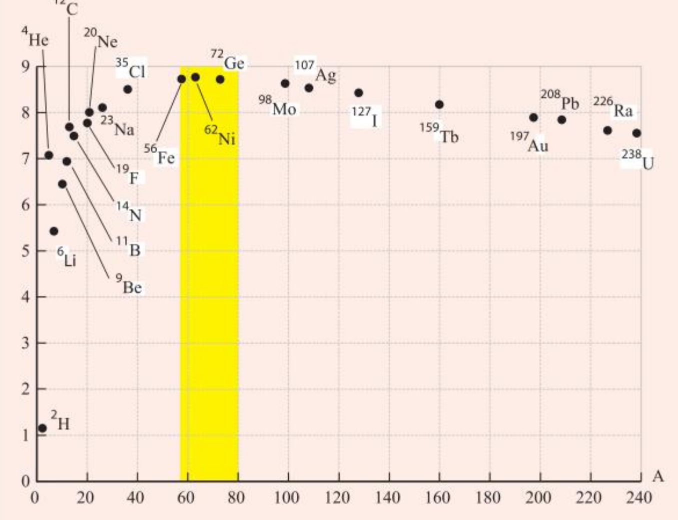
الجواب :

$$\mathscr{E} = 1690,8588\ Mev / 238$$
$$\mathscr{E} = 7,10445\ Mev / nucléon$$

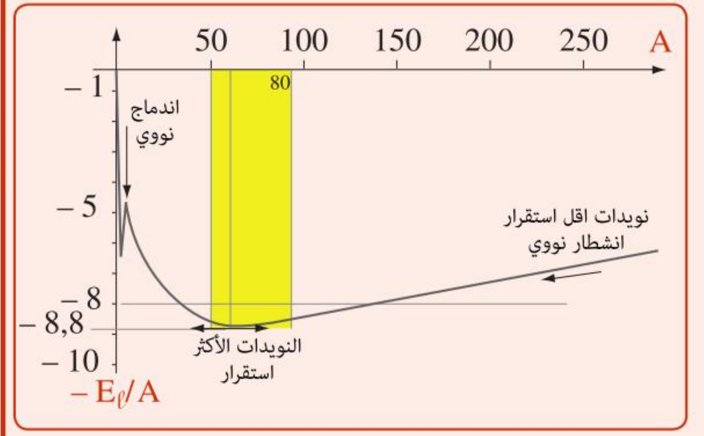


النوى ، الكتلة والطاقة

النويدات التي تتوفر على A محصور تقريبا بين 50 و 80 تتوفر على طاقة ربط كبيرة و بالتالي أكثر إستقرارا .



منحنى أسطون Aston : هو منحى يمثل تغير (-El/A) بدلالة عدد الكتلة A



إذا كان $20<A<80$ تكون النويدات أكثر استقرارا.

إذا كان $A<20$ تكون النويدات أقل استقرار التي تتحول الى نويدات أخرى بالإندماج النووي.

إذا كان $100<A$ تكون النويدات أقل استقرار التي تتحول الى نويدات أخرى بالإنشطار النووي.

03 الإنشطار والإندماج النوويان .

الإنشطار النووي : هو تفاعل نووي محرض تنقسم خلاله نواة ثقيلة شطورة إلى نواتين خفيفتين ، بعد تصادمها بنوترون .

الاندماج النووي : هو تفاعل نووي محرض يتم خلاله إنضمام نواتين خفيفتين لتكوين نواة أكثر ثقلا .

أمثلة :

إنشطار $^{239}_{94}Pu + ^{1}_{0}n \rightarrow ^{138}_{56}Ba + ^{90}_{38}Sr + 12.\ ^{1}_{0}n.$

إندماج : $^{2}_{1}H + ^{3}_{1}H \rightarrow ^{4}_{2}He + ^{1}_{0}n.$



04 الحصيلة الكتلية والطاقية لتفاعل نووي

نعتبر تحولا نوويا معادلته هي :

$$^{A1}_{Z1}X1 + ^{A2}_{Z2}X2 \rightarrow ^{A3}_{Z3}X3 + ^{A4}_{Z4}X4$$

الحصيلة الكتلية هي فرق كتلة النواتج من كتلة المتفاعلات و الحصيلة الطاقية هي جداء مربع سرعة الضوء في الحصيلة الكتلية.

$$\Delta E = \left[(mX_3 + mX_4) - (mX_1 + mX_2)\right]\times c^2$$

إذا كان : $\Delta E > 0$ التفاعل ماص للحرارة.

إذا كان : $\Delta E < 0$ التفاعل ناشر للحرارة.

لحساب الحصيلة الطاقية يمكن الاعتماد على قيم الجدول التالي :

	البوزيترون	الالكترون	النوترون	البروتون
الكتلة ب kg	$9,1095.10^{-31}$	$9,1095.10^{-31}$	$1,6479.10^{-27}$	$1,6726.10^{-27}$
الكتلة ب u	$0,55.10^{-3}$	$0,55.10^{-3}$	1,008 7	1,007 3
طاقة السكون ب MeV	0,5	0,5	939,6	938,3

تطبيق :أحسب الحصيلة الطاقية للنشاط الاشعاعي التالي:

$$^{210}_{84}Po \rightarrow ^{206}_{82}Pb + ^{4}_{2}He$$

نعطي : mPo=210.0482u و mPb=206.0385u و mHe=4.0039u

الجواب : لدينا: E =[(mPb + mHe)-(mPo)]× C²

تطبيق عددي : E =[-0,0058u] × C²

E =-5,4027 Mev < 0

التفاعل ناشر للحرارة.

الأستاذ : عمار بناني ، جهة بني ملال خنيفرة
optimus.227405@gmail.com
Omar PC

النوى ، الكتلة والطاقة

05 إستعمالات وأخطار النشاط الإشعاعي

أخطار النشاط الاشعاعي : تحدث الاشعاعات α و β^+ و β^- و γ و الناتجة عن الإنفجارات أو التسربات النووية عند اختراقها أجسامنا تأينات تتسبب في تحطيم و تخريب الخلايا مما يؤدي الى حروق أو سرطانات أو تشوهات جينية أو الموت.

المخلفات الإشعاعية التي تنتج عن عمليات الإنتاج النووية كالانشطار النووي، التي يتم التخلص منها عبر الدفن العميق تؤدي الى تلوث التربة ومصادر المياه وتهدد الكائنات الحية على سطح هذا الكوكب.

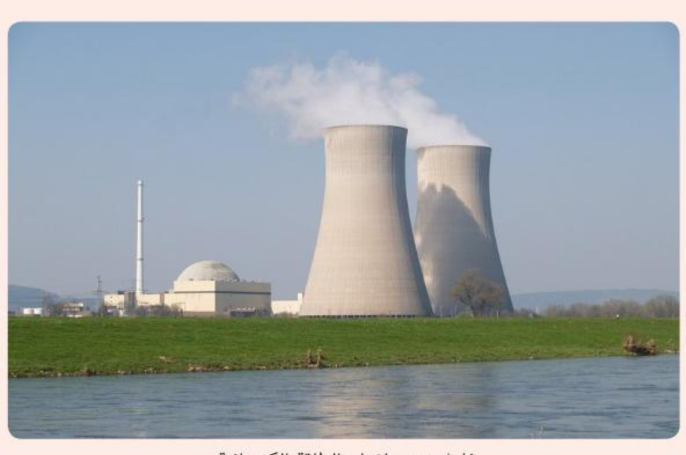


إستعمالات النشاط الإشعاعي : للنشاط النووي الاشعاعي عدة استعمالات مفيدة في عدة مجالات من بينها :

- الميدان الفلاحي : مقاومة الحشرات وتمديد مدة حفض المواد الغدائية .

الميدان الصناعي : إنتاج الطاقة الكهربائية في المحطات النووية .

الميدان الطبي : معالجة السرطانات ، التعقيم .

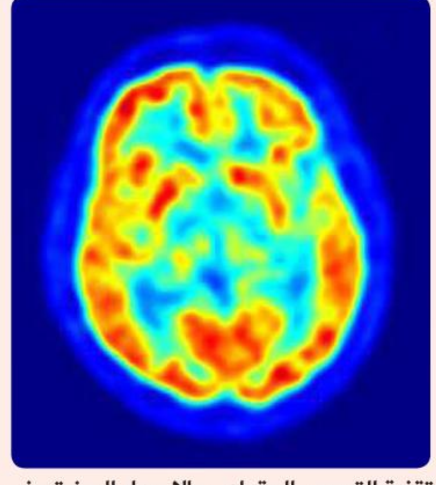


مفاعل نووي لإنتاج الطاقة الكهربائية



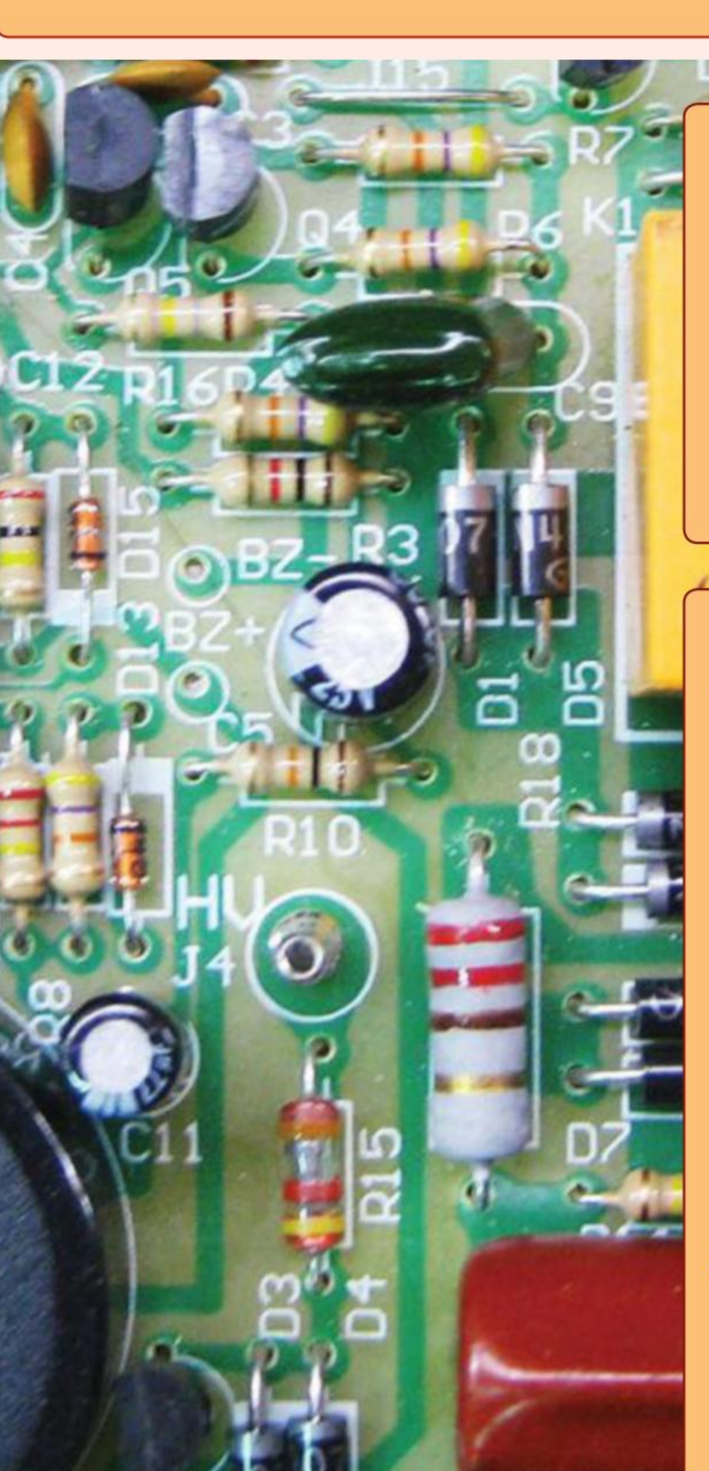
فراولة معقمة بالأشعة

فراولة غير معقمة



تقنية التصوير المقطعي بالإصدار البوزيتروني

07 ثنائي القطب RC



الـمحتوى

- االمكثف : وصف موجز للمكثف - رمزه - شحنتا اللبوسين -
- شدة التيار - التجبير في الاصطلاح مستقبل بالنسبة للمقادير I و U و q
- العلاقة i=dq/dt للمكثف في الاصطلاح مستقبل و العلاقة q=C.U
- سعة المكثف و تجميع المكثفات على التوالي وعلى التوازي.
- ثنائي القطب RC - استجابة ثنائي القطب RC لرتبة توتر (échelon de tension) . -دراسة تجريبية، دراسة نظرية
- الطاقة المخزونة في مكثف.

المعارف والمهارات المستهدفة

- معرفة التمثيل الرمزي للمكثف - معرفة توجيه دارة على تبيانة وتمثيل التوترات بسهم وتحديد شحنتي لبوسي مكثف في الاصطلاح مستقبل
- معرفة العلاقتين : شحنة/ شدة وشحنة / توتر بالنسبة لمكثف في الاصطلاح مستقبل
- معرفة وتحديد سعة مكثف ووحدتها F .
- معرفة واستغلال العلاقة q=C.U .
- استعمال معادلة الأبعاد .
- معرفة سعة المكثف المكافىء للتركيب على التوالي والتركيب على التوازي والفائدة من كل تركيب .
- معرفة تغيرات التوتر Uc بين مربطي مكثف عند تطبيق توتر بين مربطي ثنائي القطب .
- استنتاج تغيرات شدة التيار المار في الدارة .
- إثبات المعادلة التفاضلية ، وحلها عندما يكون ثنائي القطب RC خاضعا لرتبة توتر .
- معرفة أن التوتر بين مربطي المكثف متصل و معرفة تعبير ثابتة الزمن .
- استغلال وثائق تجريبية لتعرف التوترات الملاحظة ، وإبراز تأثير R و C على عمليتي الشحن والتفريغ، تعيين ثابتة الزمن .
- إنجاز تركيب تجريبي باعتماد تبيانة، معرفة كيفية ربط راسم التذبذب لمعاينة توترات
- إبراز تأثير R و C ووسع رتبة التوتر على الظاهرة الملاحظة . معرفة واستغلال تعبير الطاقة المخزونة في مكثف



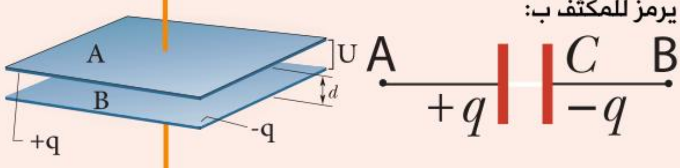
ثنائي القطب RC

01 المكثفات les condensateurs



تعريف : المكثف ثنائي القطب لايسمح بمرور التيار المستمر، ويتكون من لبوسين موصلين، يفصل بينهما عازل(بلاستيك،زجاج..) ؛ نسمي شحنة المكثف ، كمية الكهرباء q التي يتوفر عليها أحد لبوسيه ، لتكن qA شحنة اللبوس A و qB شحنة اللبوس B ، حيث $q_A = +q$ و $q_B = -q$.($q_A = -q_B$)

يرمز للمكثف ب:

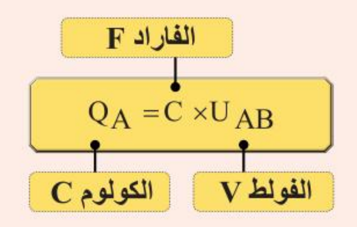


العلاقة بين شحنة المكثف و التوتر AB

ننجز الدارة الكهربائية التالية : التي تتكون من مكثف و فولطمتر و مولد ذو توار متغير و غالفانومتر G ذي بقعة ظئية يناسب انحرافها الأقصى مع كمية الكهرباء .

نشحن المكثف بجعل القاطع في الوضع (1) ثم نفرغه عندما نضع القاطع في الوضع (2) وندون الشحنة و التوتر للتوترات مختلفة للمولد.

عندما نخط المنحنى $Q = f(U)$ نحصل على مستقيم يمر من أصل المعلم. نستنتج أن الشحنة Q تتناسب اطرادا مع التوتر U ونكتب :



C سعة المكثف وحدتها العالمية الفاراد F ، وفي الغالب تستعمل أجزاء الفاراد مثل الميكروفاراد uF و النانوفاراد nF والبيكوفاراد pF

شدة التيار في المكثف : منحى التيار مقدار جبري يمكن أن يكون من A نحو B أو العكس، نختار منحى موجب لشدة التيار i ، تمثل شدة التيار i(t) صبيب الشحنات الكهربائية أي كمية الكهرباء المنتقلة في وحدة الزمن .

العلاقة بين شدة التيار والشحنة الكهربائية في اصطلاح مستقبل هي :

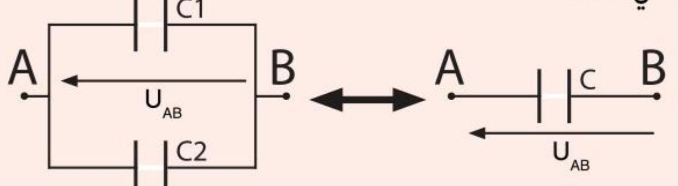
$$i(t) = \frac{dQ(t)}{dt} = C.\frac{dU(t)}{dt}$$

العلاقة بين شدة التيار والشحنة الكهربائية في اصطلاح مولد هي :

$$i(t) = \frac{-dQ(t)}{dt} = -C.\frac{dU(t)}{dt}$$

02 تركيب المكثفات

التركيب على التوازي : نطبق بين قطبي مكثفين مركبين على التوازي توتر U_{AB} حيث q1 شحنة المكثف الذي سعته C1 و q2 شحنة المكثف الذي سعته C2 .



نعتبر q شحنة المكثفين معا.

لدينا : $q=q_1+q_2$ يعني $q = C_1.U_{AB} + C_2.U_{AB}$

يعني $q = (C_1+C_2).U_{AB}$

ومنه ثنائي القطب المكافئ لمكثفين مركبين على التوازي مكثف سعته مجموع السعتين.

$$C = C_1 + C_2$$

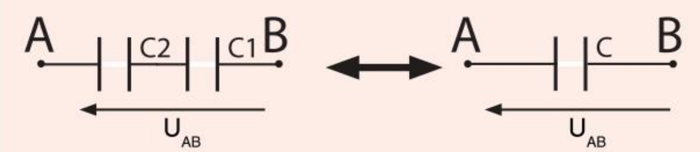
وبصفة عامة إذا كان لدينا n مكثف مركب على التوازي، سعة المكثف المكافئ هي :

$$C_{eq} = \sum_{1}^{n} C_i$$

الأستاذ : عمار بناني ، جهة بني ملال خنيفرة
optimus.227405@gmail.com
Omar PC

ثنائي القطب RC

التركيب على التوالي : نطبق بين قطبي مكثفين مركبين على التوالي توتر U_{AB} حيث q1 شحنة المكثف الذي سعته C1 و q2 شحنة المكثف الذي سعته C2 .



نعتبر q شحنة المكثفين معا.

لدينا : $U_{AB}=U_{c1}+U_{c2}$ يعني $U_{AB} = q_1/C_1 + q_2/.C_2$

يعني $U_{AB} = (1/C_1+1/C_2).q$ لأن المكفين لهما نفس الشحنة

ومنه ثنائي القطب المكافئ لمكثفين مركبين على التوالي مكثف سعته هي:

$$\frac{1}{C}=\frac{1}{C_1}+\frac{1}{C_2}$$

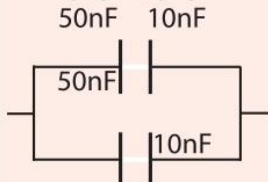
وبصفة عامة إذا كان لدينا n مكثف مركب على التوالي، سعة المكثف المكافئ هي :

$$\frac{1}{C_{eq}}=\sum_{1}^{n}\frac{1}{C_i}$$

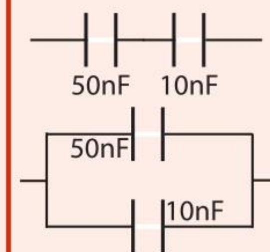
فائدة التركيب على التوازي : هو تكبير السعة C يمكن بتطبيق توتر ضعيف من الحصول على شحنة كبيرة قد لا يوفرها كل مكثف على حدة .

فائدة التركيب على التوالي : هو تصغير السعة C مع تطبيق توتر عال قد لا يتحمله كل مكثف على حدة.

أمثلة:



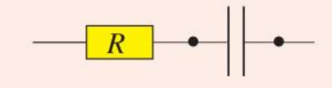
Ceq =(50.10)/(10+50) = 8.33nF



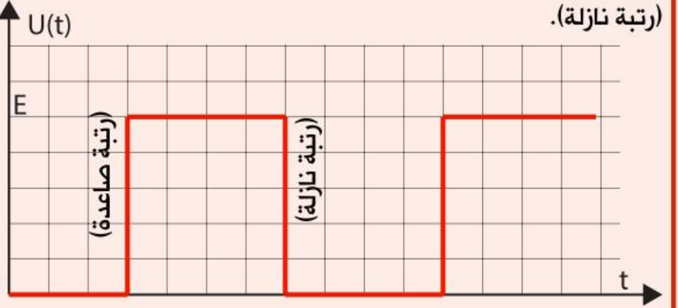
Ceq =(50+10)nF = 60 nF

03 إستجابة ثنائي القطب RC لرتبة توتر

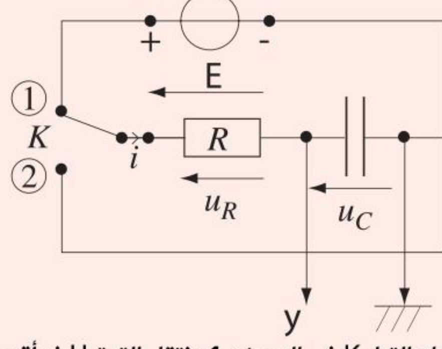
يتكون ثنائي القطب RC المتوالي من مكثف سعته C مركب على التوالي مع موصل أومي مقاومته R .



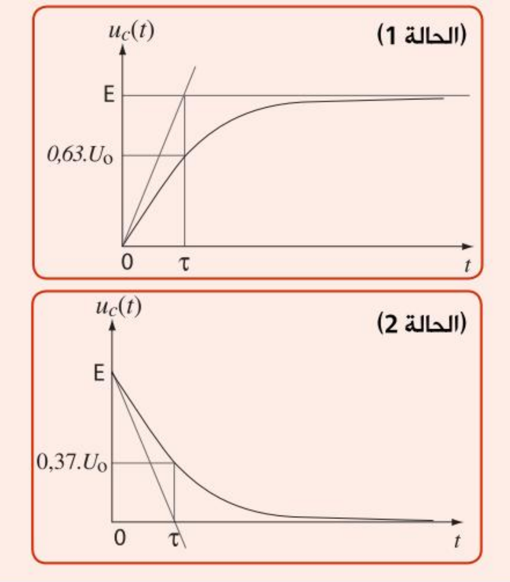
تعريف : يقال أن ثنائي القطب يخضع لرتبة توتر إذا تغيرالتوتر المطبق بين مربطيه من 0 الى قيمة ثابثة E لحظيا (رتبة صاعدة) أو العكس (رتبة نازلة).



دراسة تجريبية : ننجز الدارة الكهربائية التالية :



- عند وضع قاطع التيار K في الموضع 1 ينتقل التوترU فجأة من 0 إلى E فيشحن المكثف تدريجيا (الحالة 1).
- عند وضع قاطع التيار K في الموضع 2 ينتقل التوترU فجأة من E إلى 0 فيفرغ المكثف تدريجيا (الحالة 2).
- في المدخل y لراسم التذبذب نعاين تغيرات التوتر Uc بين مربطي المكثف خلال شحنه و تفريغه، فنحصل على مايلي :



ثنائي القطب RC

دراسة نظرية :

	شحن المكثف	تفريغ المكثف
المعادلة التفاضلية	$U_C + U_R = E$ $U_C + R.C.\frac{dU_c}{dt} = E$	$U_C + U_R = 0$ $U_C + R.C.\frac{dU_c}{dt} = 0$
حل المعادلة	$U_C = E(1 - e^{-t/RC})$	$U_C = E \times e^{-t/RC})$
ثابتة الزمن	$\tau = R.C$	$\tau = R.C$

تحديد ثابتة الزمن τ

- شحن المكثف

لتحديد ثابتة الزمن τ نعوض t ب RC في تعبير Uc فنجد :

$Uc = E(1 - e^{-1}) \approx 0.63\times E$ وبالتالي ثابتة الزمن هي المدة الزمنية اللازمة لكي يشحن المكثف ب 63٪ من شحنته القصوية.

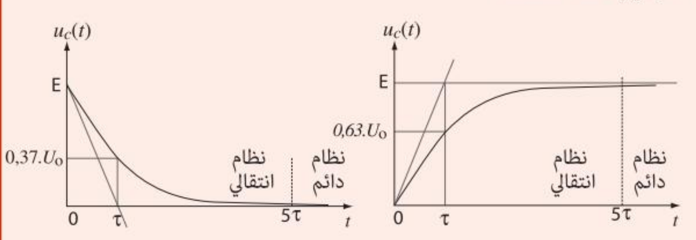
الطريقة الثانية : إن مماس المنحنى Uc عند اللحظة t = 0 يقطع المقارب uC = E عند اللحظة $t = \tau$.

- تفريغ المكثف

لتحديد ثابتة الزمن τ نعوض t ب RC في تعبير Uc فنجد :

$Uc = E\times e^{-1} \approx 0.37\times E$ وبالتالي ثابتة الزمن هي المدة الزمنية اللازمة لكي يفرغ المكثف ب 63٪ من شحنته البدئية.

الطريقة الثانية : إن مماس المنحنى Uc عند اللحظة t = 0 يقطع محور الأراتيب عند اللحظة τ.

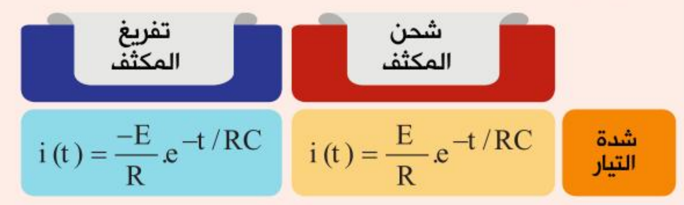


يمكن تحديد معادلة شدة التيار انطلاقا من اشتقاق معادلة التوتر باعتبار أن :

$$i = \frac{dq}{dt} = C\frac{dUc}{dt}$$



فنحصل على :

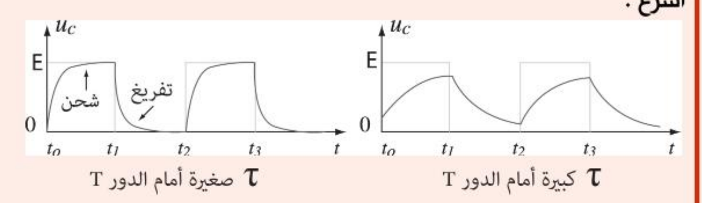


	شحن المكثف	تفريغ المكثف
شدة التيار	$i(t) = \frac{E}{R}.e^{-t/RC}$	$i(t) = \frac{-E}{R}.e^{-t/RC}$

تأثير ثابتة الزمن على الشحن و التفريغ

-مدة النظام الانتقالي هي تقريبا $5\times RC = 5\tau$ تزداد هذه المدة كلما كانت R كبيرة أو C كبيرة.

- كلما كانت τ صغيرة (R أو C صغيرة) يكون شحن أو تفريغ المكثف أسرع .



τ صغيرة أمام الدور T　　　τ كبيرة أمام الدور T

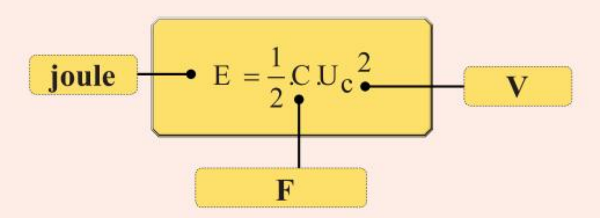
04 الطاقة المخزونة في المكثف.

القدرة الممنوحة للمكثف هي : $P = Uc \times i$

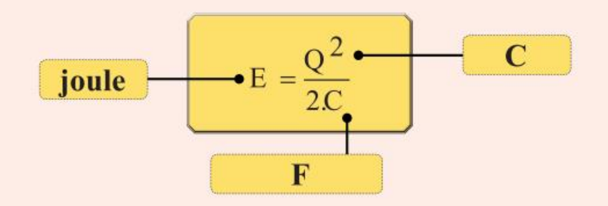
حيث : $i = \frac{dq}{dt} = C\frac{dUc}{dt}$

يعني : $P = Uc\times C\times\frac{dUc}{dt} = \frac{d}{dt}(\frac{1}{2}C.U^2)$

ونعلم أن القدرة هي مشتقة الطاقة بالنسبة للزمن ومنه :



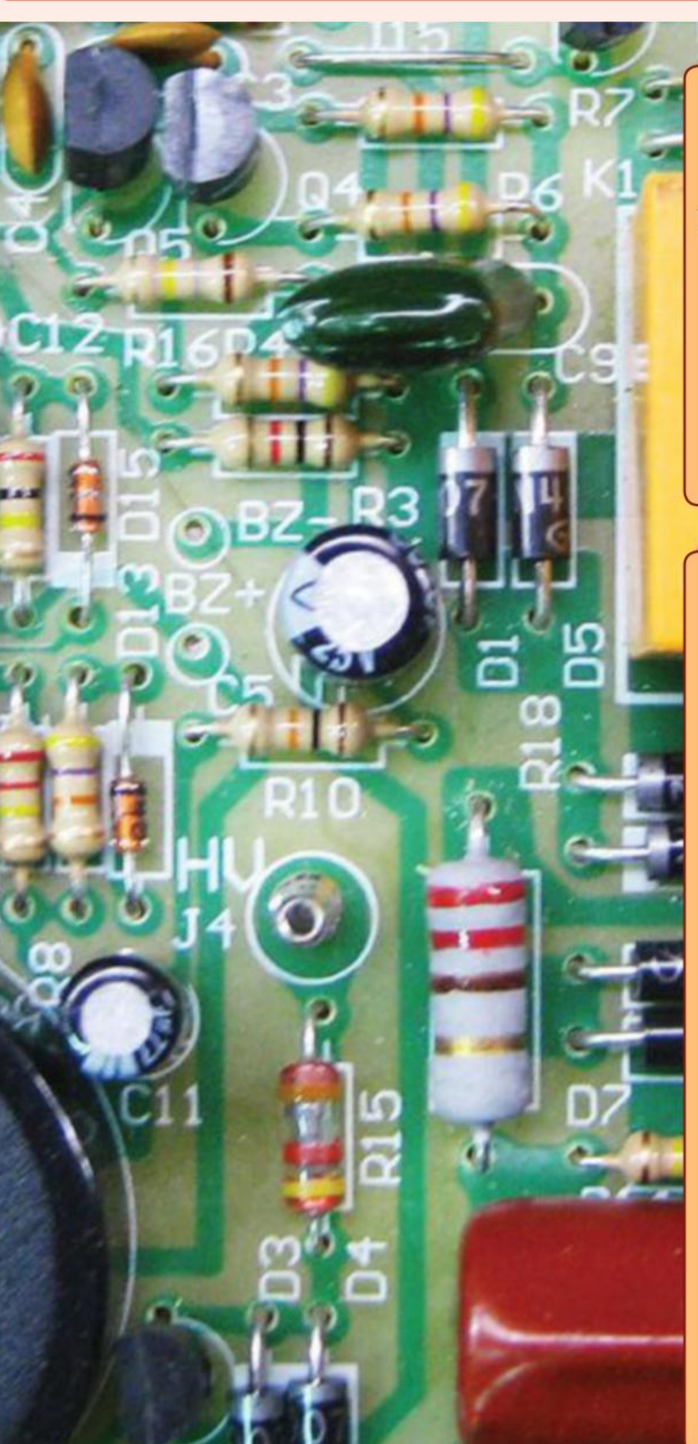
بماأن Q=C×U تعبير الطاقة المخزونة أيضا هو :







ثنائي القطب RL



الـمحتوى

- الوشيعة : وصف موجز للوشيعة رمزها - التوتر بين مربطي الوشيعة في الاصطلاح مستقبل $U = ri + L\frac{di}{dt}$ ،معامل التحريض، وحدته .
- ثنائي القطب RL : استجابة ثنائي القطب RL لرتبة توتر(échelon de tension) دراسة تجريبية، دراسة نظرية.
- الطاقة المخزونة في وشيعة .

المعارف والمهارات المستهدفة

- معرفة التمثيل الرمزي لوشيعة .
- معرفة توجيه دارة على تبيانة وتمثيل التوترات بأسهم في الاصطلاح مستقبل .
- معرفة تعبير التوتر بالنسبة للوشيعة في الاصطلاح مستقبل واستغلاله : $U = ri + L\frac{di}{dt}$
- معرفة مدلول المقادير الواردة في التعبير ووحداتها .
- تحديد معامل التحريض لوشيعة .
- استعمال معادلة الأبعاد .
- معرفة تغيرات شدة التيار i عند تطبيق توتر بين مربطي ثنائي القطب RL و استنتاج التوتر بين مربطي وشيعة .
- إثبات المعادلة التفاضلية وحلها .
- معرفة أن الوشيعة تقاوم التيار الكهربائي وأن شدته متصلة .
- معرفة تعبير ثابتة الزمن τ .
- استغلال وثائق تجريبية لتعرف التوترات الملاحظة، إبراز تأثير R و L على استجابة ثنائي القطب RL ، تعيين ثابتة الزمن
- إنجاز تركيب تجريبي باعتماد تبيانة أو العكس، معرفة كيفية ربط راسم التذبذب لمعاينة توترات، وإبراز تاثير R و L و وسع رتبة التوتر على الظاهرة الملاحظة
- معرفة واستغلال تعبير الطاقة الكهربائية المخزونة في وشيعة.

Omar PC



optimus.227405@gmail.com

الأستاذ : عمار بناني ، جهة بني ملال خنيفرة



ثنائي القطب RL

01 الوشيعة la bobine

تعريف : الوشيعة ثنائي قطب يتكون من لفات مصنوعة من سلك نحاسي معزول كهربائيا .





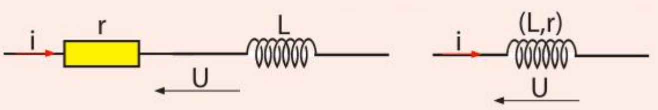


تتميز الوشيعة بمقدارين :

- معامل تحريضها الذاتي L وحدة قياسه هي الهنري (H).
- مقاومتها r وحدة قياسها الأوم Ω ، إذا كانت الوشيعة مثالية فإن المقاومة منعدمة (r=0)

رمز الوشيعة :

يرمز للوشيعة بأحد الرمزين التالين :



التركيب على التوالي و التوازي :

بصفة عامة إذا كان لدينا n وشيعة مثالية مركبة على التوالي، معامل تحريض الوشيعة المكافئة هو :

$$L_{eq} = \sum_{1}^{n} L_i$$

بصفة عامة إذا كان لدينا n وشيعة مثالية مركبة على التوازي، معامل تحريض الوشيعة المكافئة هو :

$$\frac{1}{L_{eq}} = \sum_{1}^{n} \frac{1}{L_i}$$

التوتر بين طرفي وشيعة في اصطلاح مستقبل

بالنسبة لوشيعة دون نواة من الحديد ، وفي الإصطلاح مستقبل يعبر عن التوتر U بين مربطي وشيعة بالعلاقة :

$$U = ri + L\frac{di}{dt}$$



بالنسبة لوشيعة مثالية (r=0) ، التوتر بين طرفي الوشيعة هو :

$U = L.\frac{di}{dt}$ ، يتعلق الطرف $L.\frac{di}{dt}$ بتغيرات شدة التيار بحيث :

- عند تزايد i ترتفع قيمة $L.\frac{di}{dt}$ ،تتصرف الوشيعة كمستقبل.
- عند تناقص i ترتفع قيمة $L.\frac{di}{dt}$ ،تتصرف الوشيعة كمولد.

بصفة عامة تقاوم الوشيعة كل تغير في شدة التيار المار فيها.

- في النظام الدائم حيث i=cte لدينا : $L.\frac{di}{dt}=0$ ومنه فإن التوتر بين طرفي الوشيعة هو U=r.i في هذه الحالة تتصرف الوشيعة كموصل أومي.
- إذا كان تغير التيار i يتم بشكل سريع يكون $\frac{di}{dt}$ كبيرجدا ، وبالتالي التوتر بين طرفي الوشيعة كبير جدا، فيضهر فرط توتر بين مربطي الوشيعة.

02 طاقة الوشيعة

القدرة الممنوحة للوشيعة هي : $P = U \times i$

حيث : $U = ri + L\frac{di}{dt}$

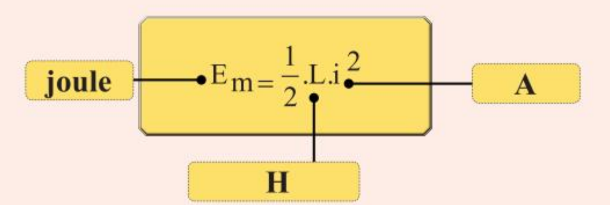
يعني $P = r.i^2 + L.\frac{di}{dt} \times i = r.i^2 + \frac{d}{dt}(\frac{1}{2}L.i^2)$

أي قدرة الوشيعة هي القدرة الحرارية الضائعة بمفعول جول $P_j=r.i^2$ إظافة الى القدرة المغناطيسية المخزونة في الوشيعة

$$P_m = \frac{d}{dt}(\frac{1}{2}L.i^2)$$

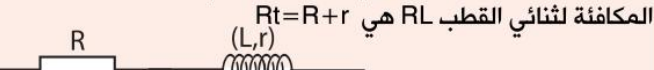
ونعلم أن القدرة هي مشتقة الطاقة بالنسبة للزمن

$P_m=dE_m/dt$ ومنه الطاقة المغناطيسية المخزونة في الوشيعة هي :



03 ثنائي القطب RL

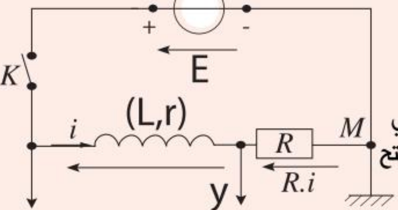
يتكون ثنائي القطب RL المتوالي من وشيعة معامل تحريها L ومقاومتها r مركبة على التوالي مع موصل أومي مقاومته R .المقاومة المكافئة لثنائي القطب RL هي Rt=R+r

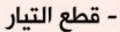


إستجابة ثنائي القطب RL لرتبة توتر.

دراسة تجريبية

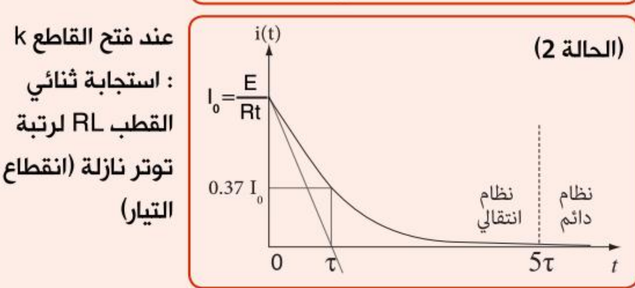
في المدخل y لراسم التذبذب نعاين تغيرات التوتر U_R بين مربطي الموصل الأومي و بالتالي تغيرات شدة التيار خلال غلق و فتح قاطع التيار.





ثنائي القطب RL

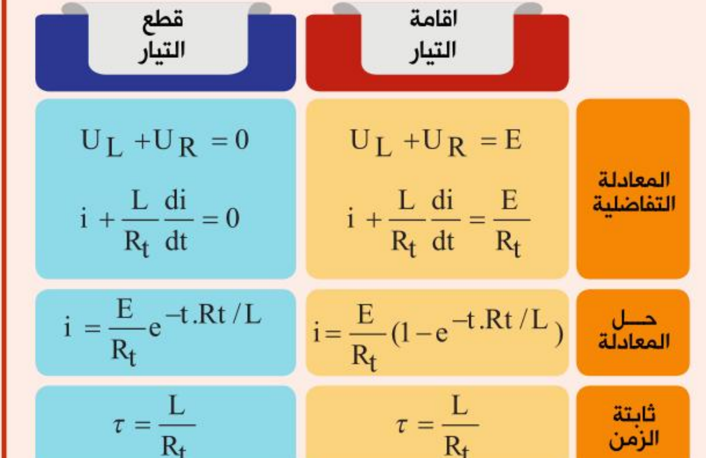
(الحالة 1) عند غلق القاطع k : استجابة ثنائي القطب RL لرتبة توتر صاعدة (اقامة التيار)



عند فتح القاطع k : استجابة ثنائي القطب RL لرتبة توتر نازلة (انقطاع التيار)

تقاوم الوشيعة إقامة التيار و انقطاعة حيث تتغير شدة التيار تدريجيا وفق دالة زمنية متصلة وذلك ناتج عن ظاهرة التحريض الذاتي للوشيعة.

دراسة نظرية



	اقامة التيار	قطع التيار
المعادلة التفاضلية	$U_L+U_R=E$ $i+\frac{L}{R_t}\frac{di}{dt}=\frac{E}{R_t}$	$U_L+U_R=0$ $i+\frac{L}{R_t}\frac{di}{dt}=0$
حل المعادلة	$i=\frac{E}{R_t}(1-e^{-t.Rt/L})$	$i=\frac{E}{R_t}e^{-t.Rt/L}$
ثابتة الزمن	$\tau=\frac{L}{R_t}$	$\tau=\frac{L}{R_t}$

تحديد ثابتة الزمن τ

- اقامة التيار

لتحديد ثابتة الزمن τ نعوض t ب $\frac{L}{Rt}$ في تعبير i فنجد :

$i=\frac{E}{Rt}(1-e^{-1})\approx 0.63\times\frac{E}{Rt}$ وبالتالي ثابتة الزمن هي المدة الزمنية اللازمة لكي تصل شدة التيار الى 63٪ من قيمتها النهائية القصوية.

الطريقة الثانية : إن مماس المنحنى i عند اللحظة t = 0 يقطع المقارب $i=\frac{E}{Rt}$ عند اللحظة $t=\tau$.

- قطع التيار

لتحديد ثابتة الزمن τ نعوض t ب $\frac{L}{Rt}$ في تعبير Uc فنجد :

$i=\frac{E}{Rt}e^{-1}\approx 0.37\times\frac{E}{Rt}$ وبالتالي ثابتة الزمن هي المدة الزمنية اللازمة لكي تتناقص شدة التيار ب 63٪ من قيمتها البدئية.

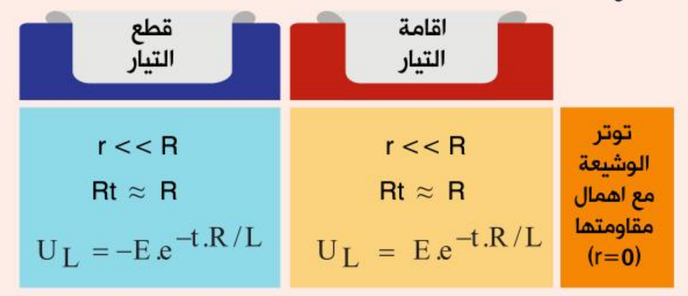
الطريقة الثانية : إن مماس المنحنى i عند اللحظة t = 0 يقطع محور الأراتيب عند اللحظة τ.

التوتر بين طرفي الوشيعة U_L

يمكن تحديد معادلة التوتر بين طرفي الوشيعة اعتمادا على :

$$U_L=r.i+L.\frac{di}{dt}$$

فنحصل :



	اقامة التيار	قطع التيار
توتر الوشيعة مع اهمال مقاومتها (r=0)	$r<<R$ $Rt\approx R$ $U_L=E.e^{-t.R/L}$	$r<<R$ $Rt\approx R$ $U_L=-E.e^{-t.R/L}$

تأثير ثابثة الزمن على الشحن و التفريغ

-مدة النظام الانتقالي هي تقريبا $5\tau=5\times\frac{L}{Rt}$ ترتفع هذه المدة كلما كانت L كبيرة أو Rt صغيرة.

-كلما كانت τ صغيرة (R_T كبيرة أو L صغيرة) كانت مدة إقامة (أو إنقطاع التيار) أصغر .

الأستاذ : عمار بناني ، جهة بني ملال خنيفرة


optimus.227405@gmail.com

Omar PC



التذبذبات الحرة في دارة RLC متوالية

الـمحتوى

- الذبذبات الحرة في دارة RLC متوالية : تفريغ مكثف في وشيعة .
- تأثير الخمود ، و شبه الدور .
- التفسير الطاقي : انتقال الطاقة بين المكثف والوشيعة ، مفعول جول .
- الدراسة التحليلية في حالة الخمود المهمل (مقاومة مهملة)، الدور الخاص .
- صيانة التذبذبات : الدراسة التجريبية، الدراسة النظرية.

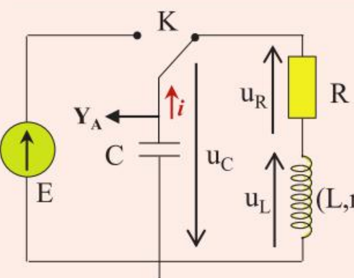
المعارف والمهارات المستهدفة

- معرفة الأنظمة الدورية وشبه الدورية واللادورية
- معرفة خط منحنى نغيرات التوتر بين مربطى المكثف بدلالة الزمن بالنسبة للأنظمة الثلاثة واستغلاله .
- إثبات المعادلة التفاضلية للتوتر بين مربطي المكثف أو الشحنة و وحلها في حالة الخمود المهمل .
- استنتاج تعبير i المار في الدارة .
- معرفة تعبير الدور الخاص ومدلول المقادير المعبرة عنه و وحداتها .
- معرفة التحولات الطاقية بالنسبة للأنظمة الثلاث . معرفة دور
- جهاز الصيانة المتجلي في تعويض الطاقة المبددة بمفعول جول في الدارة .
- استغلال وثائق تجريبية لتعرف التوترات الملاحظة، تعرف أنظمة الخمود، إبراز تأثير R و L و C على ظاهرة الذبذبات، تحديد شبه الدور والدور الخاص .
- إنجاز تركيب تجريبي باعتماد تبيانة أو العكس و إنجاز عمليات الربط الملائمة لراسم التذبذب لمعاينة توترات محددة . قياس الدور أو شبه الدور .

التذبذبات الحرة في دارة RLC متوالية

01 تفريغ مكثف في وشيعة

نعتبر التركيب جانبه عند وضع K في 1 يتم شحن المكثف، وعند وضع K في 2 نحصل على دارة RLC متوالية ، فيقرغ المكثف في الوشيعة والموصل الأومي R حيث المقاومة الكلية للدارة هي $R_t = R + r$

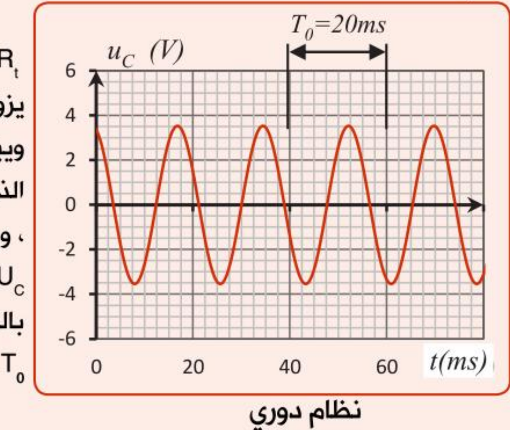


نحصل على ذبذبات حرة في دارة RLC متوالية عندما لاتتوفر الدارة الكهربائية على أي مصدر للطاقة خارجي، باستتناء الطاقة المخزنة في المكثف، حيث يتم تفريغ المكثف في الوشيعة.

أنظمة التذبذبات الحرة

تتعلق أنظمة التذبذبات الحرة بقيمة المقاومة الكلية للدارة R_t حيث مشاهدة ثلاث أنظمة للتفريغ : نظام دوري و نظام شبه دوري و نظام لادوري.

R_t منعدمة ، يزول الخمود ويبقى وسع الذبذبات ثابتا ، ويصبح التوتر U_C جيبيا ، ويتميز بالدور الخاص T_0.



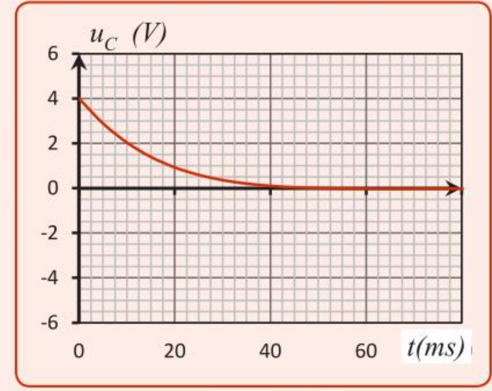
نظام دوري

R_t صغيرة ، نحصل على توتر U_C متناوب يتناقص وسعه مع الزمن ويتميز بشبه الدور T .

T=20ms
u_C (V)
6
4
2
0
-2
-4
-6
0
20
40
60
t(ms)

نظام شبه دوري

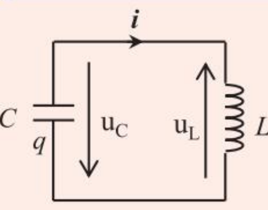
R_t كبيرة ، في هذه الحالة تزول الذبذبات وينعدم التوتر تدريجيا بدون تغيير اشارته.



نظام لا دوري

02 الدراسة النظرية للدارة LC (حيث R=0)

نحصل على ذبذبات حرة في دارة RLC متوالية عندما لاتتوفر الدارة الكهربائية على أي مصدر للطاقة خارجي، باستتناء الطاقة المخزنة في المكثف، حيث يتم تفريغ المكثف في الوشيعة.



حسب قانون إضافية التوترات :

لدينا: $U_C + U_L = 0$

حيث: $Q = C . U_C$ و $i = \frac{dQ}{dt} = C.\frac{dU_C}{dt}$

ومنه فإن :

$$LC.\frac{d^2U_C}{dt^2} + U_C = 0$$

يعني: $\frac{d^2U_C}{dt^2} + \frac{1}{LC}U_C = 0$ أو $U_C'' + \frac{1}{LC}U_C = 0$

حل هذه المعادلة التفاضلية هو :

$$U_C(t) = U_m.\cos(\omega_0 t + \varphi)$$

حيث ω_0 هو النبض الخاص بالتذبذبات و φ الطور عند اللحظة t=0

و. $\omega_0 = 2.\pi.N_0 = 2.\pi.\frac{1}{T_0}$

بتعويض Uc في المعادلة التفاضلية نحصل على الدور الخاص بالتذبذبات T_0 :

$$T_0 = 2\pi\sqrt{LC}$$

تحديد φ و U_m عند اللحظة الوشيعة لايمر فيها أي تيار.

$$i(0) = C.\frac{dU_C}{dt} = -C.\frac{2.\pi}{T_0}\sin(\omega_0 t + \varphi) = 0$$



التذبذبات الحرة في دارة RLC متوالية

يعني : $\sin(\varphi) = 0$ ومنه فإن $\varphi = 0$

عند $t=0$ يكون المكثف مشحون بكامله ومنه فإن $U_c(0) = E$

وبالتالي تعبير $Uc(t)$ هو :

$$U_C(t) = E.\cos(\omega_0 t)$$

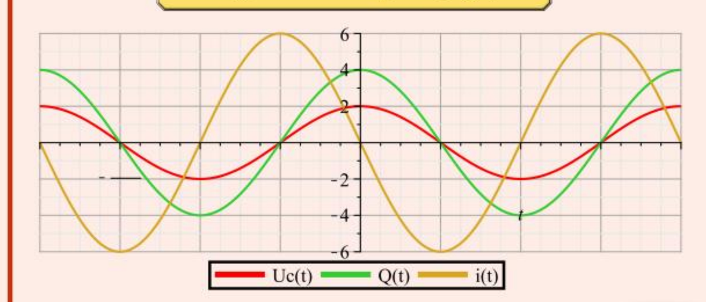
عند : $\varphi = 0$ تعبير : $Q(t)$ و $i(t)$

لدينا : $Q(t) = C.Uc(t)$ و $i(t) = \frac{dQ}{dt} = C.\frac{dU_c}{dt}$

ومنه فإن :

$$Q(t) = C.E.\cos(\omega_0 t)$$

$$i(t) = -C.E.\omega_0.\sin(\omega_0 t)$$

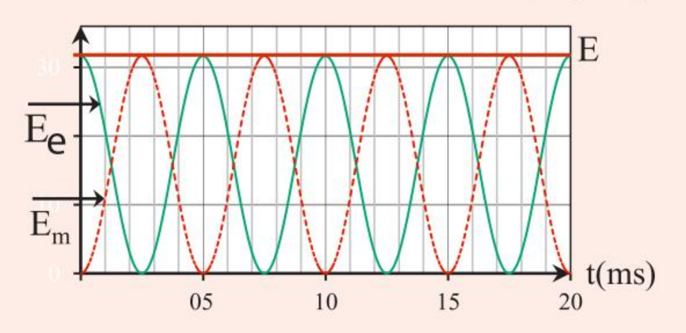


03 إنتقالات الطاقة بين المكثف والوشيعة.

الطاقة الاجمالية E في الدارة RLC هي مجموع الطاقة المغناطيسية للوشيعة E_m و الطاقة الكهربائية للمكثف E_e .

$$E = E_m + E_e = \frac{1}{2}Li^2 + \frac{1}{2C}Q^2$$

يتبادل المكثف والوشيعة الطاقة, حيث تتحول الطاقة الكهربائية للمكثف إلى طاقة مغنطيسية في الوشيعة والعكس. حيث تبقى الطاقة الكلية للدارة ثابتة.



$$E = E_m + E_e = \frac{1}{2}Li_m^2 = \frac{1}{2}CU_m^2$$

للبرهنة على أن الطاقة الإجمالية ثابتة ، سوف نحسب مشتقة الطاقة بالنسبة للزمن.

لدينا : $E = Em + Ee$

وبالتالي : $\frac{d(E)}{dt} = \frac{d(Em + Ec)}{dt}$

يعني : $= \frac{d(Em)}{dt} + \frac{d(Ec)}{dt}$

يعني : $= \frac{1}{2} \times L \times \frac{d(i^2)}{dt} + \frac{1}{2} \times C \times \frac{d(Uc^2)}{dt}$

$= \frac{1}{2} \times L \times 2\,i \times \frac{di}{dt} + \frac{1}{2} \times C \times 2\,Uc \times \frac{dUc}{dt}$

$= L \times i \times \frac{di}{dt} + C \times Uc \times \frac{dUc}{dt}$

يعني : $= L \times \frac{dQ}{dt} \times \frac{di}{dt} + C \times Uc \times \frac{dUc}{dt}$

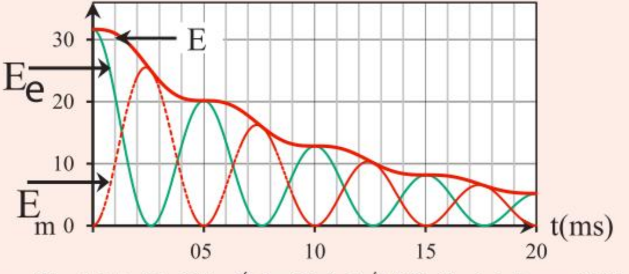
$= L \times C \times \frac{dUc}{dt} \times \frac{di}{dt} + C \times Uc \times \frac{dUc}{dt}$

$= C \times \frac{dUc}{dt}\left(L \times \frac{di}{dt} + Uc\right)$

يعني : $= C \times \frac{dUc}{dt}(U_L + Uc)$ **(1)**

$= 0$

بماأن مشتقة الطاقة منعدمة فإن $E = cte$ يعني الطاقة الاجمالية ثابتة طيلة الزمن.



انطلاقا من منحنيات الطاقة (أعلاه) نلاحظ أنه خلال كل تبادل طاقي بين المكثف والوشيعة تتناقص الطاقة الكلية للدارة، وذلك راجع إلى وجود مقاومة Rt في الدارة RLC. أي بسبب مفعول جول، ويمكن أن نبين ذلك اعتمادا على حساب مشتقة الطاقة الاجمالية بالنسبة للزمن.

لدينا حسب (1) أعلاه : $\frac{d(E)}{dt} = C \times \frac{dUc}{dt}(U_L + Uc)$

ولدينا : $C \times \frac{dUc}{dt} = i$ و $U_L + Uc + U_R = 0$

يعني : $U_L + Uc = -U_R = -R.i$

ومنه فإن : $\frac{d(E)}{dt} = -R.i^2$

وبالتالي تغيير الطاقة الكلية هو :

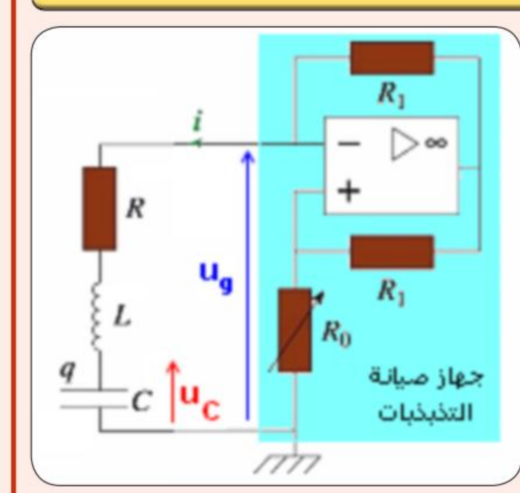
$$\frac{dE}{dt} = -Ri^2$$

الأستاذ : عمار بناني ، جهة بني ملال خنيفرة
optimus.227405@gmail.com
Omar PC

التذبذبات الحرة في دارة RLC متوالية

المقدار $R.i^2$ يمثل القدرة الكهربائية المبددة بمفعول جول.
يمكن صيانة تذبذبات دارة RLC متوالية والحصول على متذبذب ذي وسع ثابت باستعمال جهاز إلكتروني هو مضخم عملياتي يزود الدارة بطاقة تعوض الطاقة المبددة في الدارة بمفعول جول.
يرغم المولد الدارة RLC على التذبذب بتردد N نقول أن التذبذبات قسرية

04 صيانة التذبذبات



يمكن صيانة تذبذبات دارة RLC متوالية والحصول على توتر متذبذب ذي وسع ثابت، باستعمال جهاز يزود الدارة بطاقة تعوض الطاقة المبددة في الدارة بمفعول جول.
جهاز الصيانة عبارة عن مولد يزود الدارة بتوتر Ug يتناسب اطرادا مع شدة التيار i(t) و $Ug=R0 \times i$.وهو يتصرف كمقاومة سالبة .
وهكذا تكون المقاومة الكلية للدارة منعدمة عندما نختار $R0=R$.
في التركيب التجريبي السابق حيث المولد G يمثل جهاز الصيانة
القدرة المبددة بمفعول جول في الدارة RLC هي $Pth = R.i^2$
القدرة التي يمنحها المولد G هي $P = Ug.i$
ليعوض المولد القدرة المبددة بمفعول جول يجب أن يكون
$Pth=P$ وبالتالي : $Ug = R.i$
- نطبق قانون إضافية التوترات حيث : $U_R+U_L+U_C=Ug$ فنجد :

$$\frac{d^2U_c}{d^2t} + \frac{R-R0}{L}\frac{dU_c}{dt} + \frac{1}{LC}Uc = 0$$

وفي حالة $R = R0$ نحصل على المعادلة التفاضلية لدارة LC مثالية أي أن التذبذبات جيبية ذات وسع ثابت دورها :

$$T_0 = 2\pi\sqrt{LC}$$



التذبذبات القسرية في دارة RLC متوالية

المحتوى

- الذبذبات القسرية في دارة RLC متوالية : التيار المتناوب الجيبي-الشدة الفعالة ، والتوتر الفعال .
- ممانعة الدارة .
- رنين شدة التيار
- المنطقة الممرة و معامل الجو دة .
- القدرة في نظام متناول جيبي، معامل القدرة.

المعارف والمهارات المستهدفة

- التمييز بين الذبذبات الحرة والذبذبات القسرية .
- معرفة دور المثير والرنان .
- معرفة تعبير ممانعة الدارة و وحدتها (Ω)
- إثبات المعادلة التفاضلية وحلها باستعمال إنشاء فرينيل .
- تعرف ظاهرة الرنين .
- معرفة تعبير معامل الجودة ومدلول المقادير المعبرة عنه ووحداتها .
- معرفة العوامل المؤثرة على معامل الجودة .
- تحديد المنطقة الممرة ذات 3dB .
- تعرف ظاهرة فوق التوتر .
- معرفة القدرة في النظام المتناوب الجيبي .
- معرفة أن القدرة المتوسطة بالنسبة لدارة RLC
- متوالية تستهلك فقط بمفعول جول وتساوي $R.I^2$ معرفة معامل القدرة.

الأستاذ : عمار بناني ، جهة بني ملال خنيفرة



optimus.227405@gmail.com

Omar PC



التذبذبات القسرية في دارة RLC متوالية

تعتبر الدارة RLC المتوالية متذبذبا كهربائيا مخمدا ، نضيف لها على التوالي مولد GBF يزودها بتوتر متناوب جيبي يفرض عليها نظام متناوب جيبي ، نقول إن الدارة RLC المتوالية توجد في نظام جيبي وقسري .

I النظام المتناوب الجيبي

1 التيار المتناوب الجيبي.

نعبر عن التوتر المتناوب الجيبي بـ : $i(t) = I_m.\cos(\omega t + \varphi_i)$

حيث ω: هو النبض بـ rad/s حيث : $\omega = 2\pi N = 2\pi / T$

φ_i: طور التيار عند أصل التواريخ بوحدة rad .

$(\omega t+\varphi_i)$ طور التيار عند عند اللحظة t . بـوحدة rad .

Im القيمة القصوى للشدة للتيار بـوحدة A

بينما القيمة الفعالة فتعطى بالعلاقة :

$$I = \frac{I_m}{\sqrt{2}}$$

حيث I تقاس باستعمال جهاز الامبيرمتر.

2 التوتر المتناوب الجيبي .

نعبر عن التوتر المتناوب الجيبي بـ : $U(t) = U_m.\cos(\omega t + \varphi_u)$

حيث ω: هو النبض بـ rad/s حيث : $\omega = 2\pi N = 2\pi / T$

φ_u: طور التوتر عند أصل التواريخ بوحدة rad .

$(\omega t+\varphi_u)$ طور التوتر عند عند اللحظة t . بـوحدة rad .

Um القيمة القصوى للتوتر بـوحدة V

بينما القيمة الفعالة فتعطى بالعلاقة :

$$U = \frac{U_m}{\sqrt{2}}$$

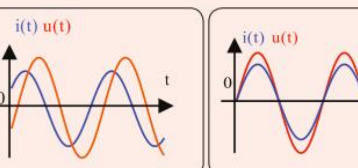
حيث U تقاس باستعمال جهاز الفولطمتر.

3 طور التوتر بالنسبة للتيار.

تعريف : نعرف φ طور التوتر U(t) بالنسبة للتيار i(t) بالعلاقة التالية :

$\varphi = \varphi_U - \varphi_i$ حيث اصطلاحا نأخذ طور التيار هو أصل الأطوار اي $\varphi_i = 0$

ومنه $\varphi = \varphi_U$ حيث تشير إلى تقدم أو تأخر التوتر بالنسبة لشدة التيار



U(t) متقدمة في الطور على i(t) $\varphi > 0$

U(t) متساوية في الطور مع i(t) $\varphi = 0$

U(t) متأخرة في الطور على i(t) $\varphi < 0$

تحديد قيمة φ : تحدد φ اعتمادا على العلاقة :

$$|\varphi| = 2.\pi.\frac{\tau}{T}$$

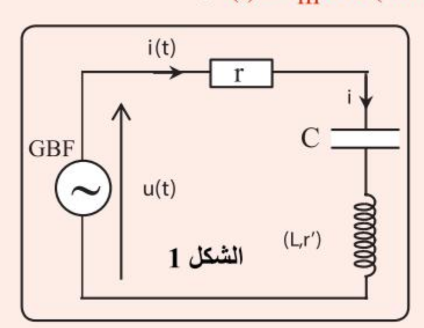
τ : التأخر الزمني بين التوتر و التيار وهو : $\tau = \varphi/\omega$

حيث يمكّن قياس τ بين التوتر و التيار على شاشة راسم التذبذب وكذلك الدور T.

II دراسة دارة RLC متوالية في نظام جيبي و قسري

1 الذبذبات القسرية في دارة RLC

يزود المولد GBF الدارة RLC المتوالية بتوتر متناوب جيبي $U(t) = U_m.\cos(\omega t + \varphi_u)$ ، فيظهر في الدارة RLC تيار كهربائي شدته $i(t) = I_m.\cos(\omega t + \varphi_i)$.



الشكل 1

المولد GBF ذو التردد N يجبر الدارة RLC المتوالية على ان تتذبذب بتردد مخالف لترددها الخاص N_0 لذى نقول ان الذبذبات الناتجة ذبذبات القسرية

المولد GBF يزود RLC بتوتر متناوب جيبي فنقول ان الدارة RLC المتوالية في نظام جيبي و قسري.

نسمي الدارة RLC المتوالية : الرنان . والمولد GBF : المثير .

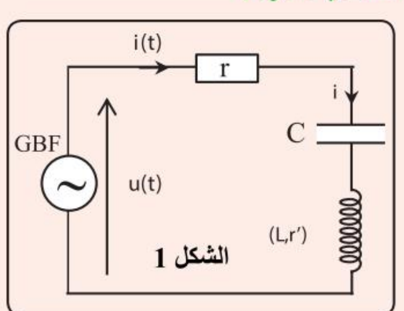
2 مفهوم الممانعة

ممانعة Z مقدار فيزيائي يميز ثنائي القطب و تتعلق بالتردد N و وحدتها في النظام العالمي للوحدات هي Ω و تعرف بالعلاقة التالية :

$$Z = \frac{U}{I} = \frac{U_m}{I_m}$$

التذبذبات القسرية في دارة RLC متوالية

3 المعادلة التفاضلية للدارة .



لدينا : $u(t) = U_R + U_L + U_C$

حيث : $U_R = r \cdot i(t)$ و $U_C = \frac{Q(t)}{C} = \frac{1}{C}\int i(t)dt$

و كذلك : $U_L = r' \cdot i(t) + L.\frac{di(t)}{dt}$

و منه المعادلة التفاضلية للدارة RLC المتوالية هي :

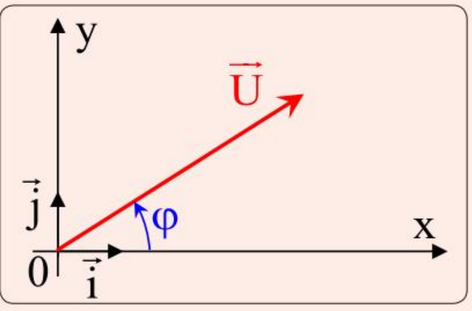
$$u(t)=(r'+r).i(t) + L\frac{di(t)}{dt} + \frac{1}{C}\int i(t)\,dt$$

و لدينا : $i(t) = I_m.\cos(\omega t)$ وبحساب مشتقة و تكامل التيار نحصل على :

$$u(t) = (r'+r).I_m\cos(\omega t) + L\omega I_m\cos\left(\omega t + \frac{\pi}{2}\right) + \frac{I_m}{C\omega}\cos\left(\omega t - \frac{\pi}{2}\right)$$

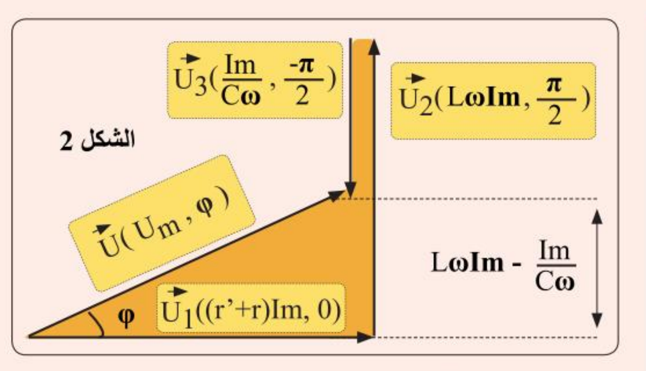
يمكن حل المعادلة التفاضلية إعتمادا على إنشاء فرينيل .

حيث في معلم متعامد ممنظم $(O, \vec{i}, \vec{j})$ نقرن لكل مقدار جيبي $y = b.\cos(\omega t + \varphi)$ بمتجهة $\vec{U}$ تسمى متجهة فرينيل تمثل عند اللحظة t = 0 حيث : $b = \|\vec{U}\| \,/\, \varphi = (\widehat{\vec{i}, \vec{U}})$



$$u(t) = (r'+r).I_m\cos(\omega t) + L\omega I_m\cos\left(\omega t + \frac{\pi}{2}\right) + \frac{I_m}{C\omega}\cos\left(\omega t - \frac{\pi}{2}\right)$$

$\vec{U}(U_m, \varphi)$ — $\vec{U_1}((r'+r)I_m, 0)$ — $\vec{U_2}(L\omega I_m, \frac{\pi}{2})$ — $\vec{U_3}(\frac{I_m}{C\omega}, \frac{-\pi}{2})$



اعتمادا على الشكل 2 أعلاه يمكن أن نستخرج العلاقات التالية :

$$U_m^2 = \left((r'+r)I_m\right)^2 + \left(L\omega I_m - \frac{I_m}{C\omega}\right)^2$$

وبالتالي :

$$U_m = \left[\sqrt{(r'+r)^2 + \left(L\omega - \frac{1}{C\omega}\right)^2}\right] I_m$$

وبمأن Z = Um / Im فإن :

$$Z = \sqrt{(r'+r)^2 + \left(L\omega - \frac{1}{C\omega}\right)^2}$$

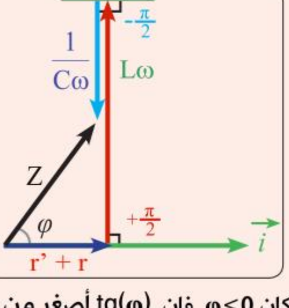
وكذلك :

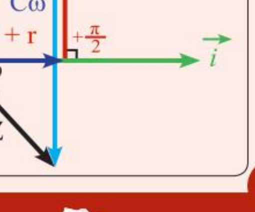
$$\text{tg}\varphi = \frac{L\omega - \frac{1}{C\omega}}{r'+r} \qquad \cos\varphi = \frac{r'+r}{Z}$$

اعتمادا على العلاقة الخاصة ب tg(φ) يمكن أن نستنتج أن :

إذا كان φ=0 فإن tg(φ) منعدم و U(t) و i(t) على توافق في الطور و التأتير التحريضي يساوي التأتير الكثافي.

إذا كان φ>0 فإن tg(φ) أكبر من 0 و U(t) متقدمة في الطور على i(t) و التأتير التحريضي أكبر من التأتير الكثافي.





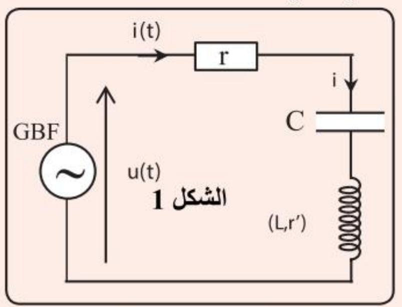
إذا كان φ<0 فإن tg(φ) أصغر من 0 و i(t) متقدمة في الطور على U(t) و التأتير الكثافي أكبر من التأتير التحريضي.

التذبذبات القسرية في دارة RLC متوالية

III ظاهرة الرنين الكهربائي

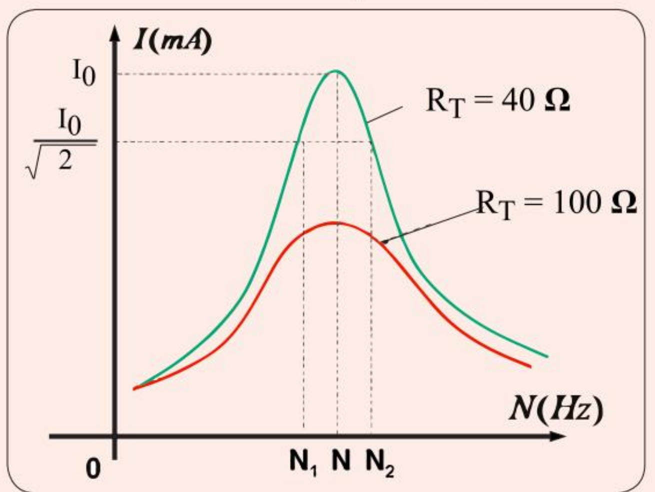
1 ابراز الرنين الكهربائي تجريبيا.

ننجز التركيب التجريبي التالي :



نبقي التوتر الفعال للمولد GBF ثابت ثم نغير N تردده ونقيس تغيرات الشدة الفعالة للتيار الكهربائي في الدارة بدلالة تغيرات التردد، ثم نغير قيمة المقاومة الكلية ($R_T = r'+r$) للدارة ونعيد الدراسة.

فنحصل على منحنى الاستجابة التالي :



نلاحظ كلما كانت مقاومة الدارة صغيرة كلما كان الرنين حادا.

و نلاحظ مهما كانت المقاومة الإجمالية R_T للدارة فان :

-I شدة التيار الفعال تأخذ قيما قصوية عندما يتساوى N تردد GBF (المثير) N_0 تردد (الرنان). فنقول ان الدارة الكهربائية في حالة الرنين

- عند $R=40\Omega$ الرنين حاد .

و عند $R=100\Omega$ الرنين ضبابي .

قيمة التردد عند الرنين هي :

$$N_0 = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$$

2 تعبير الممانعة و الطور عند الرنين .

عند الرنين تكون شدة التيار I قصوية يعني الممانعة Z دنوية ($I = U/Z$)

وحسب تعبير Z تكون الممانعة دنوية إذا كان : $L.\omega_0 - \frac{1}{C.\omega_0} = 0$

ومنه فإن $Z = r'+r$ و $tg\varphi = 0$ يعني $U(t)$ و $i(t)$ على توافق في الطور.

إذاكان : $L.\omega_0 - \frac{1}{C.\omega_0} = 0$ فإن : $\omega_0 = \frac{1}{\sqrt{LC}}$

وحيث : $\omega_0 = 2\pi N$ إذن : $N_0 = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$

يعني عند الرنين :

$$LC\,\omega_0^2 - 1 = 0 \qquad Z = R_T \qquad tg(\varphi) = 0$$

3 المنطقة الممررة ذات -3dB .

المنطقة الممررة -3décibels هي مجال الترددات للمولد حيث تكون الاستجابة I أكبر أو على الأقل تساوي $\frac{I_0}{\sqrt{2}}$

عند الرنين : $I_0 = U/R_T$

حسب المنحنى القيمتان N1 و N2 يوافقان شدة التيار $\frac{I_0}{\sqrt{2}}$

لدينا : $I = \frac{I_0}{\sqrt{2}} = \frac{U}{R_T\sqrt{2}} = \frac{U}{Z} \longrightarrow Z = R_T\sqrt{2}$

يعني : $R_T\sqrt{2} = \sqrt{(R_T)^2 + \left(L\omega - \frac{1}{C\omega}\right)^2}$

يعني : $2.R_T^2 = (R_T)^2 + \left(L\omega - \frac{1}{C\omega}\right)^2$

يعني : $R_T^2 = \left(L\omega - \frac{1}{C\omega}\right)^2$ يعني : $\left(L\omega - \frac{1}{C\omega}\right)^2 - R_T^2 = 0$

ومنه : $\left(L\omega_2 - \frac{1}{C\omega_2} - R_T\right)\left(L\omega_1 - \frac{1}{C\omega_1} + R_T\right) = 0$

يعني : $L\omega_2 - \frac{1}{C\omega_2} = R_T$ و $L\omega_1 - \frac{1}{C\omega_1} = -R_T$

يعني : $LC\omega_2^2 - 1 = R_T C\omega_2$ و $LC\omega_1^2 - 1 = -R_T C\omega_1$

بطرح المعادلة الأولى من الثانية نحصل على :

$$LC(\omega_2^2 - \omega_1^2) = R_T C(\omega_2 + \omega_1)$$

ومنه : $\Delta\omega = \omega_2 - \omega_1 = \frac{R_T}{L}$ يعني : $\Delta N = N_2 - N_1 = \frac{R_T}{2\pi L}$

ومنه : $\Delta\omega = \frac{R_T}{L}$ و $\Delta N = \frac{R_T}{2\pi L}$



التذبذبات القسرية في دارة RLC متوالية

من العلاقات السابقة يمكن أن نستنتج :

- إذا كانت R صغيرة تكون ΔN صغيرة و بالتالي الرنين حاد
- إذا كانت R كبيرة تكون ΔN كبيرة و بالتالي الرنين ضبابي



4 معامل الجودة.

يعرف معامل الجودة بالعلاقة التالية :

$$Q = \frac{N_0}{\Delta N}$$

معامل الجودة يتناسب عكسيا مع عرض المنطقة الممررة نعبرعنه بدون وحدة وتميزحدة الرنين .

، كلما كان الرنين حادا كلما كانت قيمة Q كبيرة .

كلما كانت Q صغيرة كلما كانت الدارة مخمدة .

لدينا : $Q = \frac{N_0}{\Delta N}$ و لدينا : $\omega = 2\pi N$ و منه : $Q = \frac{N_0}{\Delta N} = \frac{\omega_0}{\Delta\omega}$

ولدينا : $\Delta\omega = \frac{R_T}{L}$ و $\Delta N = \frac{R_T}{2\pi L}$ و $N_0 = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$

ومنه :

$$Q = \frac{N_0}{\Delta N} = \frac{\omega_0}{\Delta\omega} = \frac{L\omega_0}{R_T} = \frac{1}{R_T}\sqrt{\frac{L}{C}}$$

عند الرنين يكون التوتر الفعال : $U = R_T . I_0$ و $L.\omega_0 = \frac{1}{C\omega_0}$

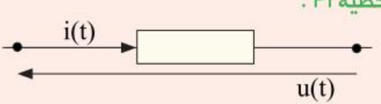
$$Q = \frac{L.\omega_0.I_0}{R_T.I_0} = \frac{I_0}{C.R_T.\omega_0.I_0} = \frac{U_L}{U} = \frac{U_R}{U}$$

عندما يكون الرنين حادا تكون قيمة Q كبيرة إذن : $U_L > U$ و $U_C > U$

نسمي هذه الظاهرة ، ظاهرة «فرط التوتر» وهي ظاهرة تشكل بعض المخاطر قد تؤدي إلى إتلاف عناصر الدارة الكهربائية .

IV القدرة في النظام المتناوب الجيبي

1 القدرة اللحظية Pi .



نعتبر ثنائي القطب ، يمر فيه تيار كهربائي شدته اللحظية :

$i(t) = I.\sqrt{2}.\cos(\omega t)$ و بين مربطيه توتر لحظي

$u(t) = I.\sqrt{2}.\cos(\omega t + \varphi)$

القدرة اللحظية هي : $P_i = u(t).i(t)$

يعني : $P_i = 2UI\cos(\omega t + \varphi)\cos(\omega t)$

ونعلم أن : $\cos a \cos b = \frac{1}{2}(\cos(a+b) + \cos(a-b))$

ومنه :

$$P_i = UI\left[\cos(\varphi) + \cos(2\omega t + \varphi)\right]$$

2 القدرة المتوسطة أو القدرة النشيطة P

نعتبر E الطاقة الكهربائية المكتسبة من طرف ثنائي القطب AB خلال دور T .

القدرة المتوسطة أو القدرة النشيطة P تعرف بالعلاقة التالية : $P = \frac{E}{T}$

حيث : $E = \int_0^T P_i\,dt = \int_0^T UI\left[\cos(\varphi) + \cos(2\omega t + \varphi)\right]dt$

يعني : $E = UI\left[\int_0^T \cos(\varphi)\,dt + \int_0^T \cos(2\omega t + \varphi)\,dt\right]$

يعني : $E = UI\cos(\varphi)[t]_0^T + \frac{U.I}{2\omega}\left[\sin(2\omega t + \varphi)\right]_0^T$

يعني : $E = UIT\cos(\varphi) + \frac{UI}{2\omega}\left[\sin(2\omega T + \varphi) - \sin(\varphi)\right]$

بما أن : $\omega = \frac{2\pi}{T}$ فإن :

$E = UIT\cos(\varphi) + \frac{UI}{2\omega}\left[\sin(4\pi + \varphi) - \sin(\varphi)\right]$

و منه : $E = UIT\cos(\varphi) + 0$

فإن : $P = \frac{E}{T}$

$$P = U.I.\cos(\varphi)$$

W ← P ، V ← U ، A ← I

$P = U.I\cos(\varphi)$: U.I القدرة الظاهرية ، $\cos(\varphi)$ معامل القدرة

بالنسبة للدارة RLC المتوالية ، نعلم أن : $\cos(\varphi) = \frac{R_T}{Z}$ و $U = Z.I$

و منه : $P = R_T.I^2$

و هذا يدل على أن : لا تستهلك القدرة الكهربائية المتوسطة إلاّ من طرف المقاومة R_T بمفعول جول في الدارة RLC المتوالية.



11 الموجات الكهرمغنطيسية - نقل المعلومة

المحتوى

- الموجات الكهرمغنطيسية.
- نقل المعلومات.
- تضمين توتر جيبي

المعارف والمهارات المستهدفة

- معرفة كيف يتم نقل المعلومات بواسطة موجة كهرمغنطيسية حاملة
- معرفة سرعة نقل المعلومات .
- معرفة أهم العمليات اللازمة لتحويل المعلومات إلى رسائل شفوية أو كتابية .
- التعرف على الجهاز الذي يمكن من الحصول على المعلومات عند استقبالها .
- معر فة أن الضوء هو عبارة عن موجات كهرمغنطيسية ذات ترددات معينة .
- معرفة أن الموجة الكهرمغنطيسية المرسلة عبر هوائي لها نفس تردد الإشارة الكهربائية المرسلة، ونفس الشيء عند الاستقبال .
- معرفة التعبير الرياضي لتوتر جيبي .
- معرفة أن نقل المعلومات بو اسطة موجة كهرمغنطيسية يتم بدون نقل للمادة ولكن بنقل للطاقة .
- معرفة أن الهوائي يمكن توظيفه كمرسل وكمستقبل (جهاز الهاتف المحمول مثلا)

الأستاذ : عمار بناني ، جهة بني ملال خنيفرة

optimus.227405@gmail.com
Omar PC

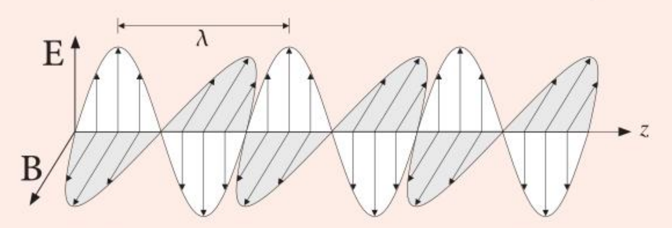


الموجات الكهرمغنطيسية - نقل المعلومة

نستعمل الموجات الكهرمغنطيسية ذات ترددات جد عالية، لنقل المعلومات عبر الاقمار الاصطناعية وأجهزة أخرى ، فما هي الموجة الكهرمغنطيسية ؟ وكيف تستعمل لنقل معلومة ما .

I الموجات الكهرمغنطيسية

1 تعريف : كل الشحن الكهربائية المتحركة لها مجال كهربائي E و مجال مغنطيسي B ، و أنتشار هاذين المجالين يشكل موجة كهرمغنطيسية.



تنتشر الموجات الكهرمغنطيسية في الفراغ و في الأوساط المادية العازلة وفق مسار مستقيمي في جميع الاتجاهات ، و تنعكس على السطوح الفلزية (خاصية تستغل في هوائيات الاستقبال) . .

- تنتشر الموجات الكهرمغنطيسية في الفراغ بسرعة $c=3.10^8\ m.s^{-1}$.
- تتميز الموجات الكهرمغنطيسية بترددها ل أو بطول موجتها في الفراغ ، وهما يرتبطان بالعلاقة التالية :

$$\lambda = c.T = \frac{c}{f}$$

يعتبر الفيزيائي الألماني هرنيش هرتز Hertz أول من أبرز تجريبيا وجود الموجات الكهرمغنطيسية وكذا انتشارها في الهواء . وقد أطلق على هذه الموجات اسم الموجات الهيرتزية . قد اكتشف أن الموجات الكهرمغنطيسية ذات ترددات جد كبيرة يمكن إرسالها إلى مسافات بعيدة وفي كل الأتجاهات .

2 استعمال الموجات الكهرمغنطيسية.

- تستعمل الموجات الكهرمغنطيسية لنقل إشارة تحمل معلومات ، لمسافات كبيرة جدا ، دون انتقال المادة ، حيث تنتقل هذه المعلومات بسرعة الموجات الكهرمغنطيسية $c=3.10^8\ m.s^{-1}$.
- كلما كان تردد الموجة عاليا ، كلما تمكنت هذه الأخيرة من قطع مسافة أكبر .
- يستعمل مجال الترددات المنخفضة و المتوسطة للموجات الكهرمغنطيسية الهرتزية لنقل موجات الراديو .
- أما مجال الترددات العالية جدا ، فيستعمل لنقل المعلومات عبر الأقمار الاصطناعية .

طول الموجة ب m

10 | 1 | 10^{-1} | 10^{-2} | 10^{-3} | 10^{-4} | 10^{-5} | 10^{-6} | 10^{-7} | 10^{-8} | 10^{-9} | 10^{-10} | 10^{-11} | 10^{-12} | 10^{-13}

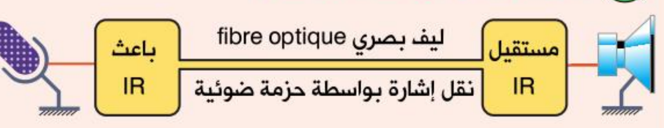
موجات الراديو — الأشعة تحت الأحمر — اشعة X — UV — اشعة مرئية — الميكروويف — أشعة γ

10^{8} | 10^{9} | 10^{10} | 10^{11} | 10^{12} | 10^{13} | 10^{14} | 10^{15} | 10^{16} | 10^{17} | 10^{18} | 10^{19} | 10^{20} | 10^{21}

التردد ب Hz

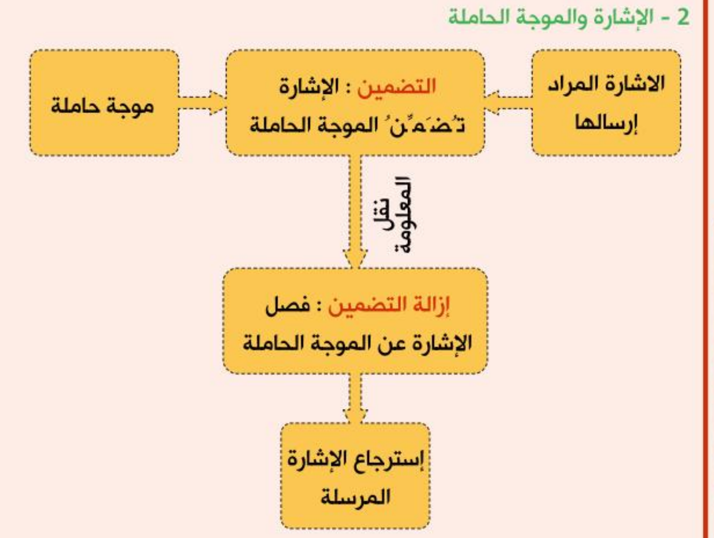
II نقل المعلومات

1 نقل إشارة صوتية بواسطة حزمة ضوئية



- يلتقط الميكرفون الاشارة الصوتية و يحولها إلى إشارة signale كهربائية.
- تحمل الحزمة لضوئية IR المنتشرة داخل الليف لبصري هذه الاشارة الكهربائية بسرعة انتشار تقارب $2.10^8 m.s^{-1}$.
- يستقبل مكبر الصوت الاشارة الكهربائية و يحولها إلى إشارة صوتية.
- تسمى الموجة الضوئية الموجة الحاملة onde porteuse و يتغير شكلها حسب الاشارة الكهربائية المراد نقلها , نقول أن الحزمة الضوئية مضمنة .
- باعث IR يقوم بعملية التضمين و مستقبل IR يقوم بإزالة التضمين.

2 - الإشارة والموجة الحاملة



- تحول المعلومة المراد إرسالها إلى إشارة signale كهربائية.
- تضمن هذه الاشارة الكهربائية الموجة الحاملة onde porteuse و تغير إحدى مميزاتها (الوسع, التردد, الطور) و يسمى هذا مبدأ التضمين.

ملحوظة:

الاشارة المراد إرسالها (إشارة مضمنة تضم المعلومة) إشارة كهربائية ذات تردد منخفض أما الموجة الحامل فهي موجة جيبية ترددها مرتفع .

الموجات الكهرمغنطيسية - نقل المعلومة

III تضمين توتر جيبي

1 مبدأ التضمين

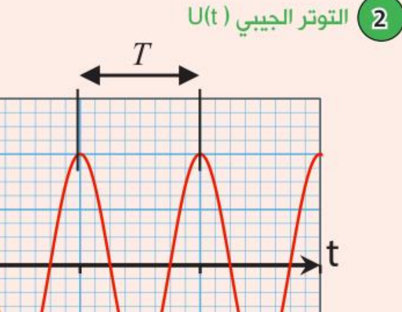
توافق المعلومات المراد نقلها إشارات ذات ترددات منخفضة BF إلا أن هذه الاشارات لا يمكن أن تنتقل نظرا لعدة أسباب :

أن أبعاد الهوائي المستقبل لموجة معينة يجب أن تقارب نصف طول الموجة $l=\lambda/2$ و هذا يتطلب أبعاد كبيرة جدا غير قابلة للإنجاز.

-لا يمكن للمستقبل التمييز بين مختلف الإرسالات نظر لضيق مجال ترددات BF وكذلك لأن - الإشارات BF تخمد مع طول المسافة.

و لنقل المعلومة يتم استعمال موجات حاملة و هي عبارة عن موجات كهرمغنطيسية ذات ترددات عالية HF , نقول في هذه الحالة أنه تم تضمين الموجة الحامل ذات التردد العالي بإشارة ترددها منخفضBF.

2 التوتر الجيبي U(t)



تعبير توتر جيبي يكون على شكل :

$$u(t) = U_m.\cos(2.\pi.f.t + \varphi)$$

حيث : Um هو الوسع يقاس ب V و f التردد يقاس ب Hz و φ الطور عند t=0 بوحدة rad

3 المقادير التي يمكن تضمينها .



3 - 1 - تضمين الوسع.

تعبير التوتر المضمن هو : $u(t) = U_m(t).\cos(2.\pi.f.t + \varphi)$

حيث الوسع Um للموجة الحاملة u(t) يتغير حسب تغير الإشارة المُضَمِّنَة .

و قيمة التردد f و الطور φ ثابثة .

u (V)

t

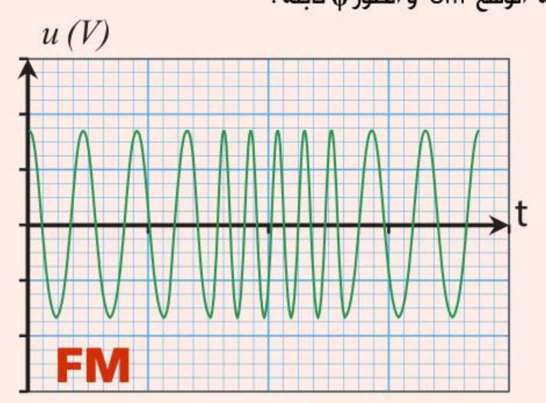
AM

3 - 2 - تضمين التردد.

تعبير التوتر المضمن هو : $u(t) = U_m.\cos(2.\pi.f(t).t + \varphi)$

حيث التردد f للموجة الحاملة u(t) يتغير حسب تغير الإشارة المُضَمِّنَة .

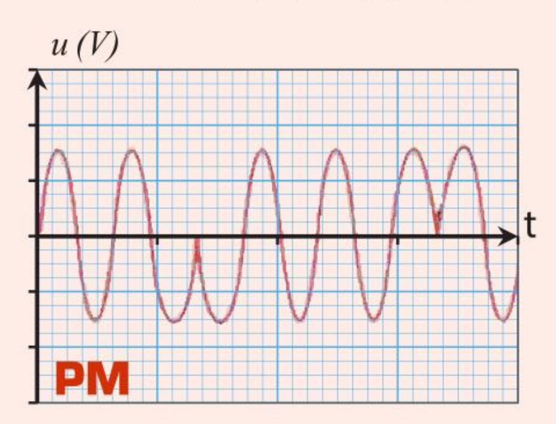
وقيمة الوسع Um و الطور φ ثابثة .



3 - 3 - تضمين الطور.

تعبير التوتر المضمن هو : $u(t) = U_m.\cos(2.\pi.f.t + \varphi(t))$

حيث الطور φ الخاص بالموجة الحاملة u(t) يتغير حسب تغير الإشارة المُضَمِّنَة . و قيمة الوسع Um و التردد **f** ثابثة .



الأستاذ : عمار بناني ، جهة بني ملال خنيفرة

optimus.227405@gmail.com
Omar PC



الموجات الكهرمغنطيسية - تضمين الوسع

المحتوى

- تضمين الوسع : مبدأ تضمين الوسع .
- مبدأ إزالة التضمين .
- إنجاز جهاز يمكن من استقبال بث إذاعي بتضمين الوسع.

المعارف والمهارات المستهدفة

- معرفة أن تضمين الوسع هو جعل الوسع المضمن عبارة عن دالة تآلفية للتوتر المضمن tension modulante
- معرفة شروط تفادي ظاهرة فوق التضمين surmodulation
- التعرف على مختلف المراحل التي تدخل في تضمين الوسع .
- استغلال مختلف المنحنيات المحصل عليها تجريبيا.
- إنجاز دارة كهربائية لتضمين الوسع انطلاقا من تبيانته .
- معرفة دور مختلف المرشحات (filtres) المستعملة .
- التعرف على مراحل إزالة التضمين .
- القدرة على إنجاز تجارب إزالة التضمين بشكل سليم انطلاقا من تبيانة .
- معرفة شروط الحصول على جودة جيدة سواء عند التضمين أو عند إزالة التضمين .
- معرفة دور الدارة السدادة circuit bouchon LC للتيار في انتقاء توتر مضمن .
- تعرف المكونات الأساسية التي تدخل في تركيب جهاز الاستقبال الراديو AM ودورها في عملية إزالة التضمين.

الموجات الكهرمغنطيسية - تضمين الوسع

I تضمين الوسع

1 مبدا تضمين الوسع

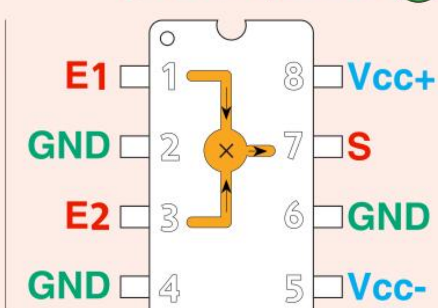
يتم الحصول على تضمين الوسع بإنجاز جذاء توترين هما :

- $p(t) = P_m.\cos(2.\pi.f_p.t)$: وهو توتر جيبي ذو تردد f_p عالي HF (التوتر الموافق للموجة الحاملة)
- $s(t)+U_0 = U_0+S_m.\cos(2.\pi.f_s.t)$: توتريساوي مجموع توترمستمر U0 (توتر الإزاحة) و توتر جيبي تردده fs منخفض BF (الموافق للإشارة المضمنة)

تستعمل الدارة المتكاملة AD633 لإنجاز هذا الجذاء و للحصول على توتر مضمن يتناسب مع هذا الجذاء.

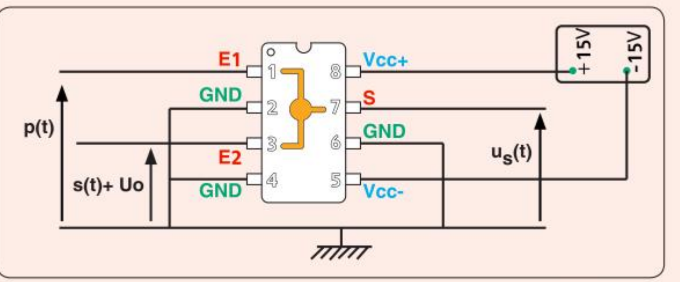


2 الإبرازالتجريبي لتضمين الوسع.



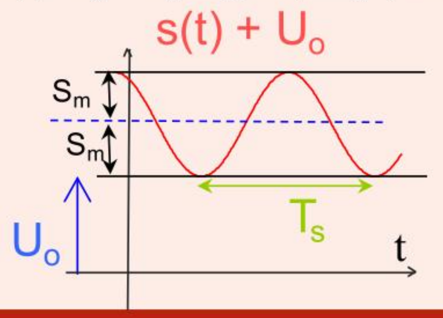
E1 : المدخل 1
GND : المربط الأرضي
E2 : المدخل 2
Vcc+ : التغدية الموجبة +15V
Vcc- : التغدية السالبة -15V
S : المخرج (الجداء)

ننجز التركيب التجريبي التالي :

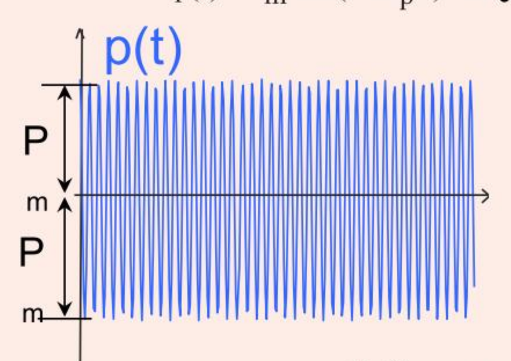


بواسطة رأسم التذبذب نعاين مايلي :

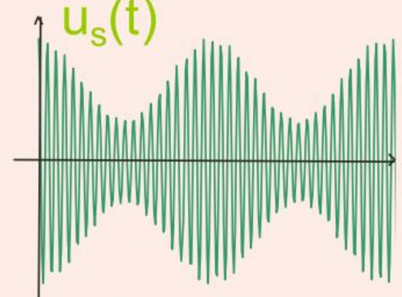
في المدخل E1 : $s(t)+U_0 = U_0+S_m.\cos(2.\pi.f_s.t)$



في المدخل E2 : $p(t) = P_m.\cos(2.\pi.f_p.t)$



في المخرج S : توتر Us(t) مضمن الوسع غلافه يتبع التوتر المضمن s(t)



خلاصة : التوتر المحصل عند مخرج الدارة المتكاملة المنجزة للجداء ، توتر مضمن الوسع يضمن التوتر ذو التردد المنخفض وسع التوتر ذا التردد العالي والذي يسمى التوتر الحامل .

3 تعبير التوتر المضمن.

لدينا توتر الموجة الحاملة هو : $p(t) = P_m.\cos(2.\pi.f_p.t)$

لدينا توتر الاشارة المضمنة : $s(t)+U_0 = U_0+S_m.\cos(2.\pi.f_s.t)$

وبالتالي التوتر عند المخرج S هو : $u_s(t) = k.(U_0+s(t)).p(t)$

حيث k معامل خاص بالدارة المتكاملة.

ومنه تعبير التوتر المضمن هو :

$$u_s(t) = k.P_m.(U_0+S_m.\cos(2.\pi.f_s.t)).\cos(2.\pi.f_p.t)$$

حيث الوسع هو : $U_m(t) = k.P_m.(U_0+S_m.\cos(2.\pi.f_s.t))$

أي تعبير الوسع : $U_m(t) = k.P_m.U_0.(1+\frac{S_m}{U_0}.\cos(2.\pi.f_s.t))$

يعني تعبير الوسع هو : $U_m(t) = A.(1+m.\cos(2.\pi.f_s.t))$

حيث : $A = k.P_m.U_0$ و $m = \frac{S_m}{U_0}$

خلاصة : في تضمين الوسع وسع الإشارة المضمنة دالة تآلفية للتوترالمضمن

$$U_m(t) = A.(1+m.\cos(2.\pi.f_s.t))$$

تسمى النسبة $m = \frac{S_m}{U_0}$ نسبة التضمين.

الأستاذ : عمار بناني ، جهة بني ملال خنيفرة
optimus.227405@gmail.com
Omar PC

الموجات الكهرمغنطيسية - تضمين الوسع

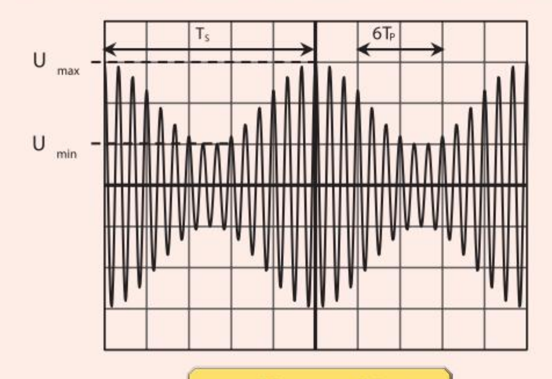
4 جودة التضمين

جودة التضمين تتعلق بنسبة التضمين :

$$m = \frac{S_m}{U_0}$$

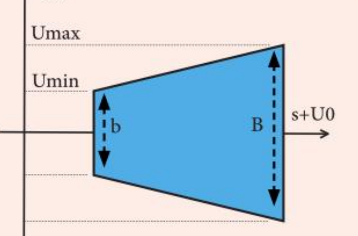
$m < 1$	$m = 1$	$m > 1$
$U_0 > S_m$	$U_0 = S_m$	$U_0 < S_m$
تضمين جيد	تضمين حرج	تضمين رديئ (فرط التضمين)

يمكن أن تحدد نسبة التضمين m اعتمادا على المنحنى المحصل عليه حيث :



$$m = \frac{U_{max} - U_{min}}{U_{max} + U_{min}}$$

أو يمكن تحديد m اعتمادا على شبه المنحرف المحصل عليه في شاشة راسم التذبذب عندما نشغل الكسح xy حيث :



$$m = \frac{B - b}{B + b}$$

B : القاعدة الكبرى لشبه المنحرف
b : القاعدة الصغرى لشبه المنحرف

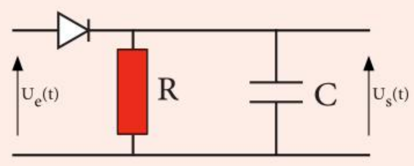
جودة التضمين تتعلق أيضا بتردد الموجة الحاملة : كلما كان $f_p >> f_s$:
حيث f_p : تردد الموجة الحاملة و f_s تردد التوتر المضمن
(على الأقل $f_p > 10.f_s$) .

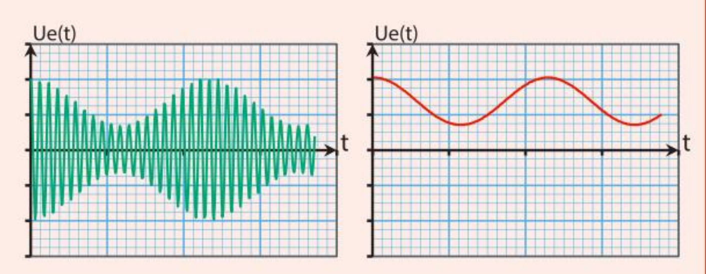
II إزالة تضمين التوسع

تتمثل عملية إزالة التضمين في استخراج المعلومة المنقولة (الإشارة المضمنة) من الإشارة المضمنة (الموجة الحاملة) و تضم مرحلتين متتاليتين:
- كشف غلاف التوتر المضمن بواسطة صمام ثنائي ودارة RC متوازية.
- حذف المركبة المستمرة U0 للتوتر بواسطة مرشح ممرر للترددات العالية وهو دارة RC متوالية.

1 كشف غلاف الاشارة المضمنة

لكشف غلاف الاشارة المضمنة يجب إزالة الموجة الحاملة يجب استعمال مرشح ممرر للترددات المنخفضة هو تركيب يسمح يمرور إشارات ذات ترددات منخفظة ، مثل ثنائي قطب RC متوازي. (استعمل الصمام لإزالة الجزء السالب لإشارة المضمنة)





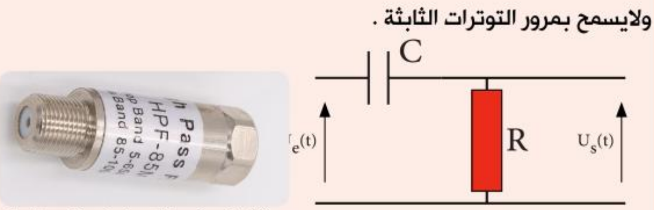
ملحوظة : للحصول على كشف غلاف جيد يجب أن يكون التوتر في مخرج دارة كاشف الغلاف ذا تموجات صغيرة ويتبع بكيفية أحسن شكل الإشارة المضمّنة ويتحقق هذا إذا كانت تابتة الزمن $\tau = RC$ تحقق :

$$T_p << \tau = RC < T_s$$

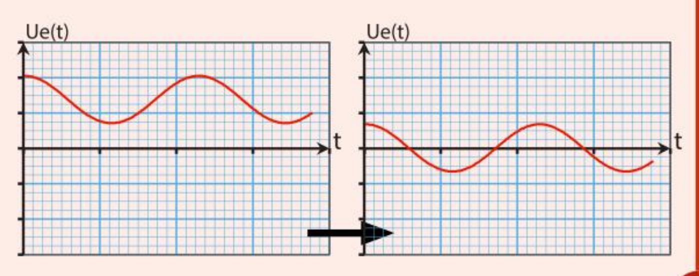
Tp : دور الموجة الحاملة   Ts : دور الإشارة المضمّنة

2 إزالة المركبة المستمرة U0 .

لإزالة المركبة المستمرة U0 يجب استعمال مرشح ممرر للترددات المرتفعة وهو ثنائي قطب RC متوالي ، يسمح بمرور إشارات ذات ترددات مرتفعة ولايسمح بمرور التوترات الثابتة .



مثال لمرشح للترددات المرتفعة

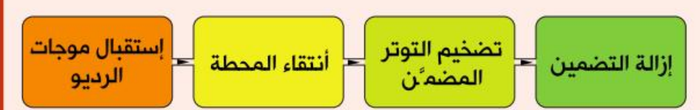


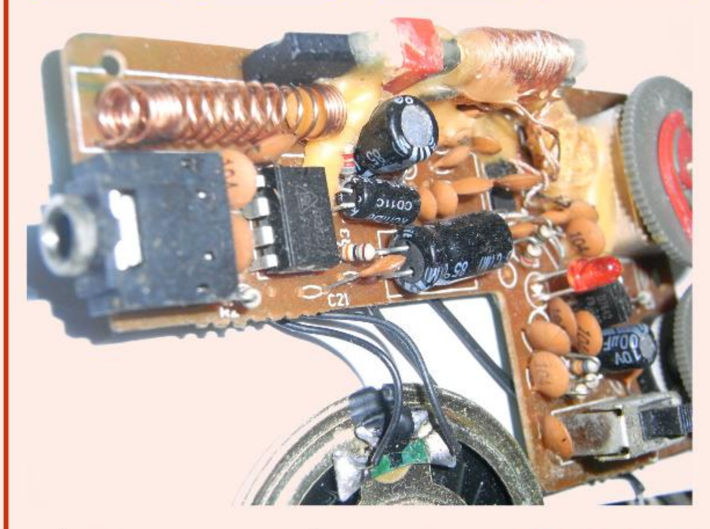
الأستاذ : عمار بناني ، جهة بني ملال خنيفرة
optimus.227405@gmail.com
Omar PC

الموجات الكهرمغنطيسية - تضمين الوسع

III إنجاز جهاز يستقبل بث إذاعي AM

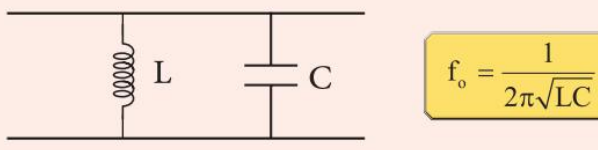
يعتمد مبدأ إنجاز هذا الجهاز (الراديو) على أربع مراحل أساسية هي :





استقبال موجات الراديو : يستعمل الهوائي(سلك موصل طوله حوالي 1m) من استقبال جميع الموجات الكهرمغنطيسية التي تمثل البرامج التي تبثها المحطات الإذاعية والقنوات التلفزية حيث ينشأ توتر كهربائي في هذا الهوائي.

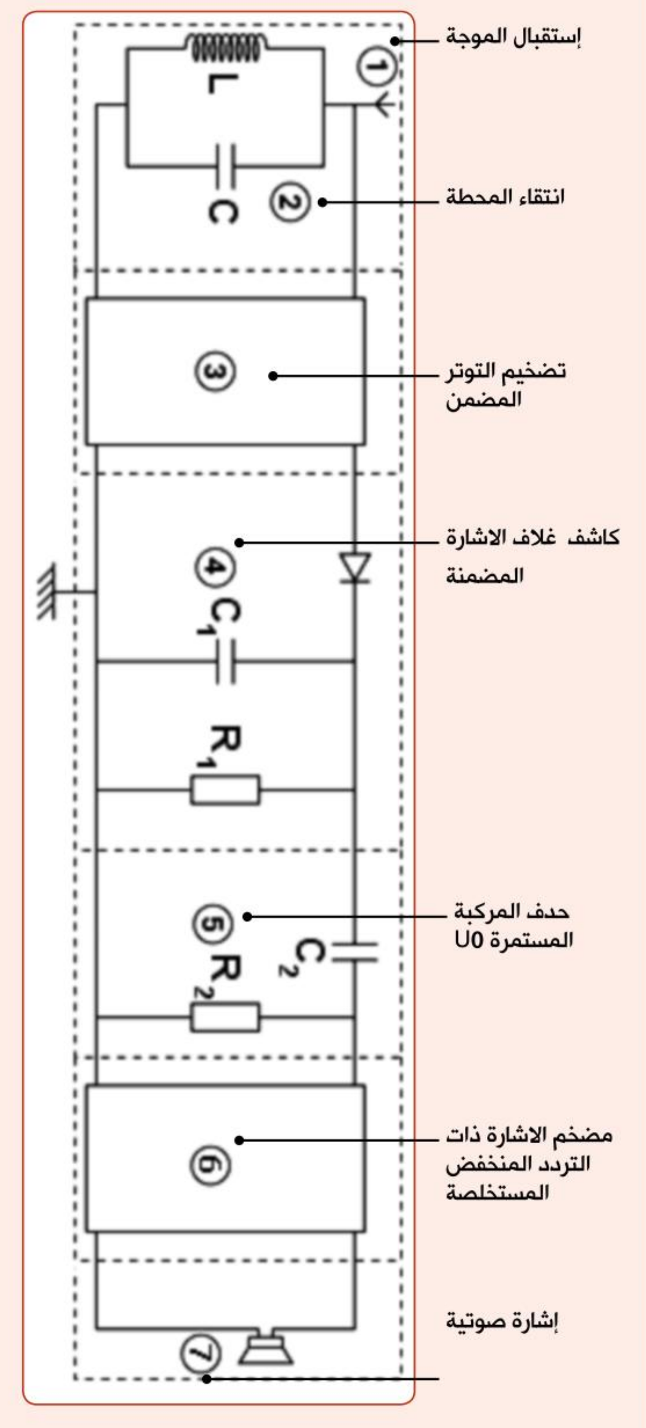
انتقاء المحطة : من أجل انتقاء إرسال واحد أو محطة واحدة من بين ا لإرسالات والمحطات الأخرى يلزم التوفيق بين لتردد الخاص f_0 للدارة المتوازية LC وتردد الموجة المنبعثة من المحطة، ويتم ذلك بضبط L معامل التحريض الذاتي للوشيعة أو C سعة المكثف.



$$f_o = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$$

تضخيم التوتر المضمًن : التوترات التي يستقبلها الهوائي تكون ذات وسع ضعيف، لذا يجب تضخيمها قبل البدء في إزالة التضمين لأن الصمام الثنائي لا يسمح بمرور التوترات ذات وسع أقل من عتبة توتره:

إزالة التضمين : تسمح عملية إزالة التضمين باسترجاع الإشارة المضمنة و من تم استرجاع المعلومة المرسلة.







قوانين نيوتـــن

المحتوى

- متجهة السرعة. متجهة التسارع .
- متجهة التسارع في أساس فريني
- القانون الثاني لنيوتن .
- دورالكتلة - أهمية اختيار المرجع في دراسة مركز القصور لجسم صلب .
- المراجع الغاليلية
- القانون الثالث لنيوتن : مبدأ التأثيرات المتبادلة.

المعارف والمهارات المستهدفة

- معرفة تعبيري كل من متجهة السرعة اللحظية و متجهة التسارع.
- معرفة وحدة التسارع - معرفة إحداثيات متجهة التسارع في معلم ديكارتي وفي أساس فريني .
- استغلال الجداء $\vec{a}.\vec{V}$ لتحديد نوع الحركة (متباطئة - متسارعة)
- تعرف المرجع الغاليلي .
- معرفة القانون الثاني $\sum \vec{F}ex = m.\frac{\Delta \vec{V}G}{\Delta t}$ لنيوتن ومجال صلاحيته
- تعرف دور الكتلة في قصور المجموعة
- تطبيق القانون الثاني لنيوتن لتحديد المقادير المتجهية الحركية $\vec{a}G$ و $\vec{V}G$ واستغلالها
- معرفة القانون الثالث لنيوتن وتطبيقه.

Omar PC
optimus.227405@gmail.com
الأستاذ : عمار بناني ، جهة بني ملال خنيفرة

قوانين نيوتن

I حركية مركز القصور لجسم صلب

1 تذكير .

رأينا في الدروس السابقة ، أن مفهوم الحركة والسكون نسبيان، أي يتعلقان بالجسم المرجعي و هو جسم صلب تدرس بالنسبة إليه حركة مجموعة ما، نقرن به :

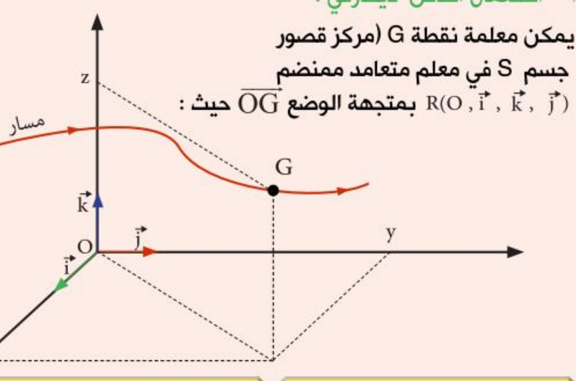
- معلم الزمن ، ويتم تحديده باختيار أصل التواريخ (غالبا ما نختاره منطبقا مع بداية الحركة) .
- معلم الفضاء ، ويتم تحديده بأصله O وبقاعدة متعامدة ممنظمة $(\vec{i},\vec{k},\vec{j})$

و لدراسة حركة جسم ما، نستعمل الأجسام المرجعية التالية :
الجسم المرجعي الأرضي أو المرجع المركزي الأرضي(مركزه الارض وثلاث محاور متعامدة متجهة نحو 3 نجوم معروفة) أو المرجع المركزي الشمسي أو مايسمى بمرجع كوبرنيك (مركزه الشمس وثلاث محاور متعامدة متجهة نحو 3 نجوم معروفة).

2 متجهة الموضع .

أ - استعمال أساس ديكارتي .

يمكن معلمة نقطة G (مركز قصور جسم S في معلم متعامد ممنظم $R(O,\vec{i},\vec{k},\vec{j})$ بمتجهة الوضع $\overline{OG}$ حيث :



$$\overrightarrow{OG} = x\vec{i} + y\vec{j} + z\vec{k}$$

$$OG = \sqrt{x^2+y^2+z^2}$$

متجهة الموضع هي متجهة ينطبق أصلها مع أصل المعلم، وطرفها مع موضع المتحرك.يكون مجموع المواضع المتتالية التي تحتلها النقطة المتحركة أثناء حركتها مسار هذه النقطة.

$z=h(t), y=g(t), x=f(t)$ تسمى المعادلات الزمنية للحركة أو المعادلة البارامترية للمسار، في حالة حركة مستوية يكتفى بمعادلتين زمنيتين و في هذه الحالة تحدد معادلة المسار بإقصاء الزمن بينهما. و في حالة حركة مستقيمية توصف طبيعة الحركة بمعادلة زمنية واحدة فقط .

ب - استعمال اساس فريني .

أساس فريني $(G,\vec{u},\vec{n})$ هو أساس للإسقاط غير مرتبط بالمرجع بل مرتبط بالنقطة المتحركة G ،

$\vec{u}$:متجهة واحدية حاملها المماس للمسار و موجهة في منحى موجب اعتباطي و $\vec{n}$: متجهة واحدية حاملها المنظمي و موجهة نحو تقعر المسار.

في حركة مستوية يمكن معلمة موضع النقطة المتحركة G بأفصولها المنحني S حيث : $s=\overset{\frown}{GK}$ و s=f(t) المعادلة الزمنية للحركة.

3 متجهة السرعة .

تساوي متجهة السرعة اللحظية المشتقة بالنسبة للزمن لمتجهة الموضع.
وحدة قياس السرعة هي $m.s^{-1}$ ونكتب :

$$\vec{V}_G = \frac{d\overrightarrow{OG}}{dt}$$

مميزات متجهة السرعة اللحظية للنقطة G في لحظة t هي:

- أصلها G.
- أتجاهها المماس للمسار في G ،
- منحاها هو منحى الحركة.
- منظمها يمكن معرفته انطلاقا من تسجيل مواضيع G خلال مدد زمنية τ .

$$V_G = \frac{\Delta d}{\Delta t} = \frac{G_{i+1}-G_{i-1}}{t_{i+1}-t_{i-1}} = \frac{G_{i+1}-G_{i-1}}{2\tau}$$

تعبير متجهة السرعة اللحظية في معلم ديكارتي .

$$\vec{V}_G = \frac{d\overrightarrow{OG}}{dt} = \frac{dx}{dt}\vec{i} + \frac{dy}{dt}\vec{j} + \frac{dz}{dt}\vec{k} = \dot{x}\vec{i} + \dot{y}\vec{j} + \dot{z}\vec{k}$$

منظم متجهة السرعة اللحظية :

$$\|\vec{V}_G\| = \sqrt{\dot{x}^2 + \dot{y}^2 + \dot{z}^2}$$

تعبير متجهة السرعة اللحظية في أساس فريني .

$$\vec{V}_G = v.\vec{u} = \frac{ds}{dt}.\vec{u} = \dot{s}.\vec{u}$$

v تمثل القيمة الجبرية لمتجهة السرعة اللحظية حيث : $v = \pm\|\vec{V}_G\|$
تتعلق اشارة v بمنحى الحركة حيث تعتبر موجبة إذا كانت G لها نفس منحى $\vec{u}$ وسالبة إذا كانت G تتحرك في المنحى المعاكس لـ $\vec{u}$

4 متجهة التسارع .

تساوي متجهة التسارع اللحظي المشتقة بالنسبة للزمن لمتجهة السرعة اي المشتقة الثانية بالنسبة للزمن لمتجهة الموضع، وحدة قياس التسارع هي $m.s^{-2}$ و نكتب :

$$\vec{a}_G = \frac{d\vec{V}_G}{dt} = \frac{d^2\overrightarrow{OG}}{dt^2}$$

تعبير متجهة التسارع في معلم ديكارتي .

$$\vec{a}_G = \frac{d\vec{V}_G}{dt} = \frac{d^2x}{dt^2}\vec{i} + \frac{d^2y}{dt^2}\vec{j} + \frac{d^2z}{dt^2}\vec{k} = \ddot{x}\vec{i} + \ddot{y}\vec{j} + \ddot{z}\vec{k}$$

قوانين نيوتن

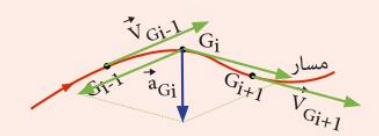
منظم متجهة التسارع :

$$\left\| \vec{a}_G \right\| = \sqrt{\ddot{x}^2 + \ddot{y}^2 + \ddot{z}^2}$$

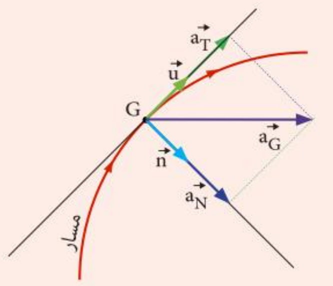
رسم متجهة التسارع :

اعتمادا على تسجيل مواضع G خلال مدد τ متتالية و متساوية يمكن إنشاء متجهة التسارع في موضع G بتطبيق العلاقة التالية:

$$\vec{a_i} = \frac{\Delta \vec{V_i}}{\Delta t} = \frac{\vec{V}_{i+1} - \vec{V}_{i-1}}{2\tau}$$



تعبير متجهة التسارع في أساس فريني .



في أساس فريني تعبير متجهة التسارع :

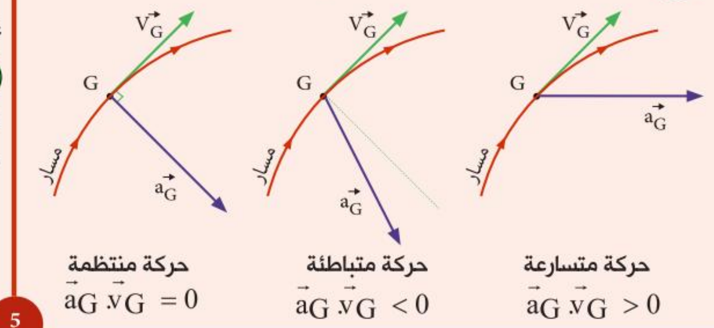
$$\vec{a}_G = \vec{a_T} + \vec{a_N} = a_T\,\vec{u} + a_N\,\vec{n}$$

في أساس فريني تعبير متجهة التسارع :

$$a_N = \frac{v^2}{\rho} \qquad a_T = \frac{dv}{dt}$$

حيث ρ شعاع انحناء المسار في الموضع G.وهو يساوي شعاع الدائرة المماسة للمسار في هذا الموضع.

5 طبيعة الحركة و منحى متجهة التسارع.



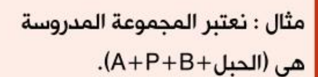
حركة منتظمة	حركة متباطئة	حركة متسارعة
$\vec{a}_G.\vec{v}_G = 0$	$\vec{a}_G.\vec{v}_G < 0$	$\vec{a}_G.\vec{v}_G > 0$

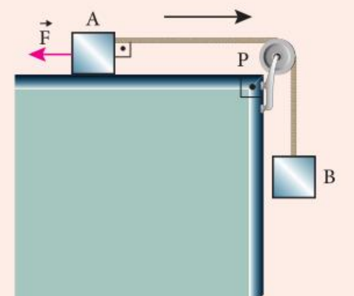
II قوانين نيوتن

1 القوى الداخلية والقوى الخارجية

بعد تحديد المجموعة المدروسة (جسم أو مجموعة أجسام).

- نسمي القوى الداخلية القوى المطبقة من قبل جسم ينتمي إلى المجموعة على جسم آخر ينتمي إلى المجموعة المدروسة.
- نسمي القوى الخارجية القوى المطبقة من قبل جسم لا ينتمي إلى المجموعة على جسم آخر ينتمي إليها.





مثال : نعتبر المجموعة المدروسة هي (الحبل+A+P+B).

- القوة المطبقة من طرف الحبل على البكرة P هي قوة داخلية.
- القوة $\vec{F}$ المطبقة على الجسم A هي قوة خارجية.

2 القانون الأول لنيوتن – مبدأ القصور

نص القانون : في معلم غاليلي إذا كان المجموع المتجهي للقوى الخارجية $\sum \vec{F}_{ext}$ المطبقة على مجموعة مدروسة منعدما، فإن مركز قصورها G يكون ساكنا أو في حركة مستقيمية منتظمة ، يعني فإن متجهة السرعة لمركز القصور G للجسم تكون ثابتة : $\vec{V}_G = \vec{cte}$

$$\sum \vec{F}_{ext} = \vec{0} \Leftrightarrow \vec{V}_G = \vec{cte}$$

المعالم الغاليلية : المعلم الغاليلي هو معلم يتحقق فيه مبدأ القصور.

أمثلة لبعض المعالم الغاليلية :

- المرجع المركزي الشمسي: (مرجع كوبيرنيك) مركزه الشمس والمحاور الثلاثة موجهة نحو ثلاث نجوم، وهو يعتبر أفضل مرجع غاليلي.
- المرجع المركزي الأرضي: ملائم لدراسة الأجسام التي تتحرك حول الأرض وهو ليس معلما غاليليا بالمعنى الدقيق.
- المرجع الأرضي: هو كل جسم مرتبط بسطح الأرض، يدرس الأجسام التي تتحرك على ارتفاع ضئيل منه، يمكن اعتباره غاليليا فقط بالنسبة للحركات قصيرة المدة.
- كل مرجع في إزاحة مستقيمية منتضمة بالنسبة لمرجع كوبرنيك فهو مرجع غاليلي كذالك

3 القانون الثاني لنيوتن – القانون الأساسي للتحريك

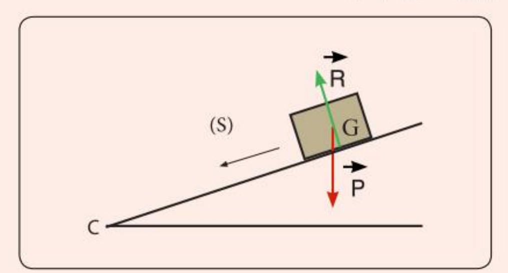
في معلم غاليلي، يساوي المجموع المتجهي للقوى الخارجية المطبقة على جسم صلب جداء كتلته m ومتجهة التسارع $\vec{a}_G$ لمركز قصوره.

$$\sum \vec{F}_{ext} = m.\vec{a}_G$$

قوانين نيوتن

لا يطبق القانون الثاني لنيوتن إلا في المعالم الغاليلية.
انطلاقا من القانون الثاني نلاحظ أن الكتلة تقاوم تغير السرعة (كلما كانت m كبيرة كان تعبير تغيير السرعة صغيرا)، وبالتالي فهي تميز قصور الجسم الصلب، أي الصعوبة في تغيير حركته.

مثال : الجسم (S) ليس معزولا ميكانيكيا لأن القوتان $\vec{P}$ و $\vec{R}$ تحققان العلاقة : $\vec{P}+\vec{R}=m.\vec{a}$



كيفية تطبيق القانون الثاني لنيوتن

- اختيار معلم غاليلي (معلم أرضي مناسب)،
- تحديد المجموعة المدروسة،
- جرد القوى الخارجية المطبقة Fext المطبقة على المجموعة المدروسة.
- تطبيق العلاقة الأساسية للديناميك : $\sum \vec{F}_{ext}=m.\vec{a}_G$
- إسقاط (ع.أ.د) في المعلم المختار .

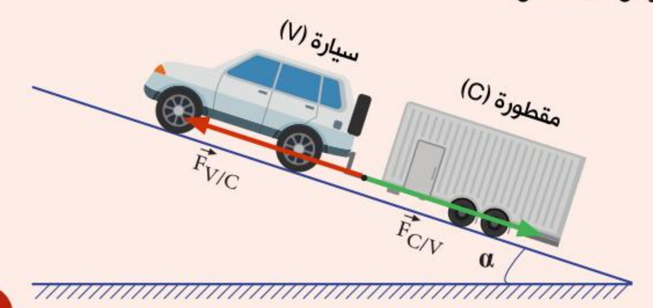
$$\begin{cases} F_1x+F_2x+F_3x+....=m.a_x \\ F_1y+F_2y+F_3y+....=m.a_y \\ F_1z+F_2z+F_3z+....=m.a_z \end{cases}$$

4 القانون الثالث لنيوتن: مبدأ التأثيرات البينية

نعتبر جسمين A و B في تأثير بيني ، لتكن $\vec{F}_{A/B}$ القوة التي يطبقها (A) على (B) و $\vec{F}_{B/A}$ القوة التي يطبقها (B) على (A) . سواء كان الجسمان في حركة أو في سكون فإن القوتين $\vec{F}_{A/B}$ و $\vec{F}_{B/A}$ تحققان المتساوية التالية :

$$\vec{F}_{A/B}=-\vec{F}_{B/A}$$

مثال : يوجد تأثير بيني متبادل بين السيارة و المقطورة حيث يوجد بينهما قوتان متعاكستان.



III الحركة المستقيمية المتغيرة بانتظام

1 تعريـف حركة المستقيمية المتغيرة بانتظام

تكون حركة G مركز قصور جسم صلب متغيرة بإنتضام ، إذا كان مسار G مستقيميا ومتجهة تسارعه ثابتة وغير منعدمة : $\vec{a}_G=\vec{cte}$
بحيث تكون الحركة متسارعة في حالة : $\vec{a}_G.\vec{v}_G>0$ و تكون الحركة متباطئة في حالة: $\vec{a}_G.\vec{v}_G<0$

2 المعادلات الزمنية للحركة حركة المستقيمية المتغيرة بانتظام

بالنسبة لحركة مستقيمية تتم وفق المستقيم Ox و تكتب متجهة الموضع كما يلي : $\vec{OG}=x.\vec{i}$
إذا كان التسارع a=cte فإن :

$$a=\frac{dv}{dt}\Rightarrow v=\int a.dt\Rightarrow v=a.t+v_0$$
$$v=\frac{dx}{dt}\Rightarrow dx=v.dt=a.t.dt+v_0.dt$$
$$\Rightarrow x=\int a.t.dt+v_0.dt=\frac{1}{2}.a.t^2+v_0.t+x_0$$

$$v=a.t+v_0 \qquad x=\frac{1}{2}.a.t^2+v_0.t+x_0$$

حيث : $x(t=0)=x_0$ و $V(t=0)=V_0$

3 العلاقة المستقلة عن الزمن

نعتبر أن جسما S في حركة مستقيمية متغيرة بانتظام ، عند لحظة t_A يمر بموضع A افصوله x_A بسرعة v_A ليصل موضعا B افصوله x_B بسرعة v_B بإقصاء الزمن t بين المعادلتين نحصل على علاقة تسمى العلاقة المستقلة عن الزمن و هي:

$$v_B^2-v_A^2=2.a(x_B-x_A)$$

4 مبرهنة الطاقة الحركية :

في معلم غاليلي ، يساوي تغير الطاقة الحركية لجسم صلب غير قابل للتشويه في إزاحة ، بين لحظتين ، المجموع الجبري لأشغال كل القوى الخارجية المطبقة على الجسم بين هاتين اللحظتين

$$\Delta E_C=\frac{1}{2}.m.v_B^2-\frac{1}{2}.m.v_A^2=\sum W(\vec{F}_{ext})$$





تطبيقات : السقوط الرأسي لجسم صلب



المحتوى

- السقوط الرأسي لجسم صلب
- السقو ط الرأسي باحتكاك
- السقوط الرأسي الحر

المعارف والمهارات المستهدفة

- تعرف قوة الاحتكاك في الموائع.
- معرفة النموذجين التاليين لقوة الاحتكاك : $\vec{F} = -k.v.\vec{i}$ و $\vec{F} = -k.v^2.\vec{i}$ واستغلالهما
- استغلال المنحنى $v_G = f(t)$ لتحديد: السرعة الحدية vf ، الزمن المميز τ ، النظام البدئي والنظام الدائم
- تطبيق القانون الثاني لنيو تن للتو صل إلى المعادلة التفاضلية لحركة مركز قصور جسم صلب في سقوط رأسي باحتكاك - معرفة طريق أولير (Euler) وتطبيقها لانجاز حل تقريبي للمعادلة التفاضلية باستعمال المجدول (Tableur) .
- تعريف السقوط الحر-تطبيق القانون الثاني لنيوتن لإثبات المعادلة التفاضلية لحركة مر كز قصور جسم صلب في سقو ط حر، و إيجاد حلها
- معرفة الحركة المستقيمية المتغيرة بانتظام ومعادلاتها الزمنية
- استغلال مخطط السرعة $v_G = f(t)$
- اختيار المرجع المناسب للدراسة - تطبيق القانون الثاني لنيوتن لاثبات المعادلة التفاضلية لحركة مركز قصور الجسم الصلب وتحديد المقادير التحريكية والحركية المميزة للحركة.



الأستاذ : عمار بناني ، جهة بني ملال خنيفرة

optimus.227405@gmail.com

Omar PC



تطبيقات : السقوط الرأسي لجسم صلب

I القوى المطبقة على جسم في حركة داخل مائع

الجسم المغمور في مائع(سائل أو غاز) يخضع لثلاث قوى :

- قوة الثقالة أو وزن الجسم $\vec{P}$.
- دافعة أرخميدس $\vec{F}_A$.
- قوة الاحتكاك المائع $\vec{f}$.

الشكل 1

1 وزن جسم و مجال الثقالة

جميع الأجسام الموجودة على سطح الأرض أو في المكان المحيط بها تخضع لقوة الجاذبية المطبقة من طرف الأرض تسمى بوزن الجسم التي يرمز لها ب $\vec{P}$. وهي ناتجة عن المجال المحدث من طرف الأرض يسمى بمجال الثقالة ونرمز له $\vec{g}$ حيث :

$$\vec{P} = m.\vec{g} = \rho.V.\vec{g}$$

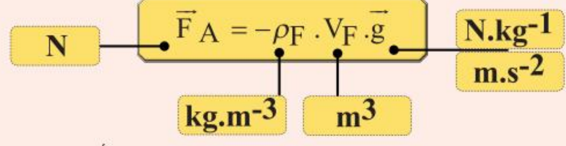
مميزات وزن جسم $\vec{P}$ و مجال الثقالة $\vec{g}$:

مميزات وزن الجسم $\vec{P}$	مميزات مجال الثقالة $\vec{g}$
المنحى : نحو الارض	المنحى : نحو الارض
الاتجاه : الرأسي المار من G	الاتجاه : الرأسي المار من G
الشدة : $P=m\times g$ $P=\rho\times V\times g$ ρ: الكتلة الحجمية للجسم و V حجم الجسم.	الشدة : $g=P/m$ وحدتها هي $N.kg^{-1}$ - تتعلق شدة مجال الثقالة بالأرتفاع وبخط العرض.

2 دافعة أرخميدس

يخضع كل جسم مغمور كليا أو جزئيا في مائع لقوة تماس ضاغطة مطبقة على سطح الجسم، تسمى بدافعة أرخميدس $\vec{F}_A$ ، أتجاهها رأسي ومنحاها نحو الأعلى، شدتها تساوي وزن المائع المزاح : $F_A=m_F\times g=\rho_F\times V\times g$

$\vec{F}_A$ لها منحى معاكس لـ $\vec{g}$ وبالتالي نكتب :



ρ_F : الكتلة الحجمية للمائع المزاح V_F : حجم المائع المزاح أو حجم الجسم المغمور.

3 قوة الاحتكاك المائع .

تكافئ قوى الاحتكاك التي يطبقها المائع على الجسم المغمور داخله قوة وحيدة $\vec{f}$ تسمى قوة الاحتكاك المائع تطبق في مركز القصور G للجسم ومنحاها معاكس لمتجهة السرعة : $\vec{f} = -k.v^n.\vec{k}$ (أنظر الشكل)

منظمها هو : $f = k.v^n$ حيث :

v : هي سرعة مركز قصور الجسم v_G .

k : معامل يتعلق بنوعية المائع وبشكل الجسم.

n : معامل يتعلق بالسرعة بحيث عندما تكون قيمة السرعة صغيرة (أقل من 1cm/s) ، نأخذ n=1 ، في هذه الحالة تتعلق k بلزوجة المائع.

عندما تكون قيمة السرعة v متوسطة (أكبر من 1cm/s وأقل من 10m/s) ، نأخذ n=2 في هذه الحالة، لاتتعلق k بلزوجة المائع، بل تتعلق بكتلته الحجمية.

II السقوط الراسي باحتكاك

1 المعادلة التفاضلية للحركة

نعتبر كرية فولادية كتلتها m في سقوط رأسي في مائع بدون سرعة بدئية ؛ في معلم متعامد ممنظم $R(O,\vec{i},\vec{k},\vec{j})$ (أنظر الشكل 1).

بتطبيق القانون الثاني لنيوتن على الكرية لدينا : $\sum \vec{F}ext = m.\vec{a}_G$

يعني : $\vec{P} + \vec{F}_A + \vec{f} = m.\vec{a}_G$

بالاسقاط على $\vec{k}$ نحصل على : $m.g - m_F.g - k.v^n = m.a$

$$(m - m_F).g - k.v^n = m.a$$

$$a = \frac{(m - m_F)}{m}.g - \frac{k}{m}.v^n$$

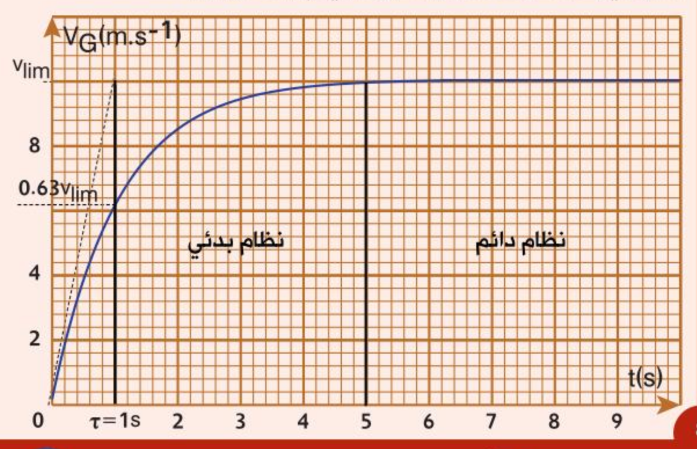
$$\frac{dv}{dt} = \frac{(m - m_F)}{m}.g - \frac{k}{m}.v^n$$

وبوضع : $A = \frac{(m - m_F)}{m}$ و $B = \frac{k}{m}$ نحصل على المعادلة التفاضلية

$$\frac{dv}{dt} = A - B.v^n$$

2 المقادير المميزة للحركة

نمثل تغيرات v سرعة G مركز قصور الكرية بدلالة الزمن :



الأستاذ : عمار بناني ، جهة بني ملال خنيفرة
optimus.227405@gmail.com
Omar PC

تطبيقات : السقوط الرأسي لجسم صلب

النظام الانتقالي و الدائم.

يبرز مخطط السرعة $v_G = f(t)$ نظامين :

- نظام بدئي يسمى النظام الانتقالي حيث ترتفع سرعة الكرية ، مع تناقص في التسارع ، حيث تكون حركة الكرية مستقيمية متغيرة.
- نظام نهائي يسمى النظام الدائم حيث سرعة الكرية تؤول إلى قيمة ثابتة تسمى السرعة الحدية v_{lim} أو v_l حيث تكون حركة الكرية مستقيمية منتظمة.

تحديد a_0 و v_l و τ

- تحديد a_0 : عند $t=0$ لدينا $v=v_0=0$

ولدينا : $a = \frac{dv}{dt} = A - B.v^n$ ومنه $a_0 = A - 0 = g.(1-\frac{m_F}{m})$

- تحديد السرعة الحدية v_{lim} أو v_l

عند vlim تبقى السرعة ثابتة يعني مشتقة السرعة بالنسبة للزمن منعدمة،

ومنه: $\frac{dv}{dt} = 0 = A - Bv^n$ يعني :

$$v_l = \left(\frac{A}{B}\right)^{1/n} = \left(\frac{g}{k}(m - m_F)\right)^{1/n}$$

- يحدد الزمن المميز للحركة τ اعتمادا على المنحنى، حيث يمثل مبيانيا نقطة افصول نقطة تقاطع مماس منحنى مخطط السرعة عند اللحظة $t=0$ مع المقارب الأفقي($v=v_{lim}$) (أنظر الشكل السابق) .

أو مبيانيا اعتماد على المنحنى ($t=0$) حيث لدينا : $a_0 = \frac{dv}{dt} = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{v_l}{\tau}$

ومنه : $\tau = \frac{v_l}{a_0}$

$$a_0 = g.(1-\frac{m_F}{m})$$

$$\tau = \frac{v_l}{a_0}$$

$$v_l = \left(\frac{A}{B}\right)^{1/n} = \left(\frac{g}{k}(m - m_F)\right)^{1/n}$$

3 حل المعادلة التفاضلية للحركة باستعمال طريقة أولير Euler

طريقة أولير طريقة رقمية تكرارية تمكن من حل المعادلة التفاضلية بحساب السرعة v_G عبر مراحل وذالك بتقسيم الزمن إلى مدد متقايسة Δt تسمى خطوة الحساب ($\Delta t=\tau/10$) . ويستوجب استعمال هذه الطريقة معرفة قيمة السرعة البدئية v_0 لمركز قصور الجسم في اللحظة $t=0$.

هذه الطريقة تعتمد على العلاقات التالية :

$$\left.\frac{dv}{dt}\right|_i = \frac{v_{i+1} - v_i}{\Delta t} = A - B.v_i^n$$

(1) $a_i = A - B.v_i^{\ n}$

(3) $v_{i+1} = v_i + a_i.\Delta t$

(2) $t_{i+1} = t_i + \Delta t$

بمعرفة قيمة A و B و v_0 و اعتمادا على (1) نحصل على قيمة a_0 واعتمادا على قيمة a_0 و العلاقة (3) نحسب قيمة v_1 عند اللحظة t_1 المحصل عليها بالعلاقة (2) $t_1=t_0+\Delta t$ ثم نحسب قيمة a_1 ثم v_2 عند اللحظة t_2 ... الخ

وبالتالي يمكن انشاء منحنى $v_G = f(t)$.

III السقوط الراسي الحر

1 تعريف

السقوط الحر لجسم صلب هو حركة مركز القصور هذا الجسم في مرجع أرضي عندما يخضع الجسم لقوة الثقالة أو لوزنه $\vec{P}$ فقط .

نظريا يكون السقوط حرا إذا تم في الفراغ، ويمكن أعتبار سقوط جسم في الهواء حرا إذا كانت كثافته عالية وشكله انسيابي، ومنطقة سقوطه محدودة في مجال الثقالة.



1 المعادلات الزمنية للحركة .

- المجموعة المدروسة : الكرية
- نختار المعلم $(O , \vec{k})$ لدراسة حركة السقوط الحر لكرية .
- جردالقوى : تخضع الكرية لوزنها $\vec{P} = m.\vec{g}$ فقط .
- حسب القانون الثاني لنيوتن .

لدينا : $\sum \vec{F} = m.\vec{a}_G \Leftrightarrow \vec{P} = m.\vec{a}_G$

يعني : $m.\vec{g} = m.\vec{a}_G$ و منه : $\vec{g} = \vec{a}_G$

وبالاسقاط على المحور (Oz) نحصل على $a_G = g$

وبالتالي المعادلة التفاضلية للسقوط الحر هي :

$$a_G = \frac{dv}{dt} = g = cte$$

ثم اعتمادا على التكامل للحصول على السرعة و المعادلة الزمنية :

$$dv = g.dt \Leftrightarrow v = \int g.dt = g.t + v_0$$

$$v = g.t + v_0$$

$$\frac{dz}{dt} = g.t + v_0$$

$$dz = g.t.dt + v_0.dt \Leftrightarrow z = \int g.t.dt + v_0.dt$$

$$z = \frac{1}{2}.g.t^2 + v_0.t + z_0$$

وبالتالي المعادلات الزمنية للسقوط الحر للكرية هي :

$$v = g.t + v_0$$

$$z = \frac{1}{2}.g.t^2 + v_0.t + z_0$$

v_0 السرعة البدئية لمركز القصور G (عند $t = 0$) و z_0 : أنسوب G عند اللحظة $t = 0$.

أثناء السقوط الحر تبقى طبيعة الحركة مستقيمية متغيرة بانتظام.

الأستاذ : عمار بناني ، جهة بني ملال خنيفرة

optimus.227405@gmail.com

Omar PC



15 تطبيقات : الحركات المستوية

المحتوى

- حركة جسم صلب على مستوى أفقي وعلى مستوى مائل .
- حركة قذيفة في مجال الثقالة المنتتظم .
- حركة دقيقة مشحونة في مجال كهرساكن منتظم.
- حركة دقيقة مشحونة في مجال مغنطيسي منتظم.

المعارف والمهارات المستهدفة

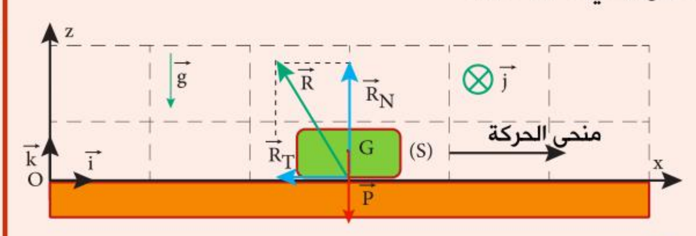
- استثمار وثيقة تمثل مسار حركة مركز قصور قذيفة في مجال الثقالة المنتظم : لتحديد نو ع الحركة (مستوية) ، لتمثيل متجهتي السرعة والتسارع، لتعيين الشروط البدئية
- تطبيق القانون الثاني لنيوتن : لاثبات المعادلة التفاضلية للحركة، لاستنتاج المعادلات الزمنية للحركة و استغلالها ، لايجاد معادلة المسار، وقمة المسار والمدى.
- معرفة العلاقتين $\vec{F} = q.\vec{E}$ و $E = \frac{U}{d}$ وتطبيقهما .
- تطبيق القانون الثاني لنيوتن على دقيقة مشحونة : لإثبات المعادلات التفاضلية للحركة، لإثبات المعادلات الزمنية للحركة واستغلالها في حساب الانحراف الكهرساكن.
- معرفة مميزات قوة لورنتز (Lorentz) وقاعدة تحديد منحاها.
- تطبيق القانون الثاني لنيوتن على دقيقة مشحونة في مجال مغنطيسي منتظم في حالة $\vec{B}$ عمودية على $\vec{v_0}$ لإثبات المعادلة التفاضلية للحركة وطبيعتها وطبيعة مسارها ، لحساب الانحراف المغنطيسي .



تطبيقات : الحركات المستوية

I حركة جسم صلب على مستوى أفقي

نرسل جسما صلبا (S) كتلته m في لحظة (t=0) فوق مستوى أفقي بسرعة بدئية $\vec{V}_0$ أفقية. نعتبر قوة الاحتكاك ثابتة حيث : $\vec{f} = cte = \vec{R}_T$
ندرس الحركة في مجال الثقالة $\vec{g}$ الذي نعتبره منتظما ، تتم هذه الدراسة في مرجع أرضي نعتبره غاليليا .



1 متجهة التسارع $\vec{a}_G$

حسب القانون الثاني لنيوتن ، لدينا : $\sum \vec{F}ext = m.\vec{a}_G$

يعني : $\vec{R} + \vec{P} = m.\vec{a}_G$

في المعلم $R(O,\vec{i},\vec{j},\vec{k})$ لدينا :

$$\vec{R}\begin{cases} R_x = -f \\ R_y = 0 \\ R_z = R_N \end{cases} \quad \vec{P}\begin{cases} P_x = 0 \\ P_y = 0 \\ P_z = -mg \end{cases} \quad \vec{a}_G\begin{cases} a_x \neq 0 \\ a_y = 0 \\ a_z = 0 \end{cases}$$

$a_y = a_z = 0$ لأن حركة (S) مستقيمية وفق (Ox)

باسقاط العلاقة $\vec{R} + \vec{P} = m.\vec{a}_G$ على محاور المعلم $R(O,\vec{i},\vec{j},\vec{k})$ نجد :

$$\begin{cases} -f = m.a_x \\ 0 = m.a_y \\ R_N - m.g = m.a_z = 0 \end{cases} \quad \text{يعني :} \quad \begin{cases} a_x = \dfrac{-f}{m} \\ a_y = 0 \\ a_z = 0 \end{cases}$$

ومنه :

$$a_G = \sqrt{a_x^2 + a_y^2 + a_z^2} = |a_x| = \frac{f}{m}$$

التسارع ثابت a=cte وبالتالي حركة مستقيمية متغيرة بانتظام.

2 متجهة السرعة $\vec{v}_G$.

لدينا :

$$\begin{cases} a_x = \dfrac{dv_x}{dx} = \dfrac{-f}{m} \\ a_y = \dfrac{dv_y}{dt} = 0 \\ a_z = \dfrac{dv_z}{dx} = 0 \end{cases}$$

اعتمادا على التكامل نجد :

$$\begin{cases} v_x = \dfrac{-f}{m}t + C_1 \\ v_y = C_2 \\ v_z = C_3 \end{cases}$$

يمكن تحديد الثوابت C1 و C2 و C3 اعتمادا على الشروط البدئية، الخاصة بمتجهة السرعة البدئية

عند أصل التواريخ (t=0) لدينا :

$$\vec{V}_0\begin{cases} v_{0x} = V_0 = C_1 \\ v_{0y} = 0 = C_2 \\ v_{0z} = 0 = C_3 \end{cases}$$

ومنه فإن :

$$\vec{V}_G\begin{cases} v_x = \dfrac{-f}{m}t + V_0 \\ v_y = 0 \\ v_z = 0 \end{cases}$$

ومنه :

$$v_G = \sqrt{v_x^2 + v_y^2 + v_z^2} = |v_x| = \left| -\frac{f}{m}t + V_0 \right|$$

3 متجهة الوضع $\vec{OG}$

لدينا :

$$\begin{cases} v_x = \dfrac{dx}{dt} = \dfrac{-f}{m}t + V_0 \\ v_y = \dfrac{dy}{dt} = 0 \\ v_z = \dfrac{dz}{dt} = 0 \end{cases}$$

اعتمادا على التكامل والشروط البدئية (عند t=0 لدينا $x=x_0$) نجد :

$$\begin{cases} x = \dfrac{-f}{2m}t^2 + V_0.t + x_0 \\ y = C_2 = 0 \\ z = C_3 = 0 \end{cases}$$

ومنه إحداثيات متجهة الوضع هي :

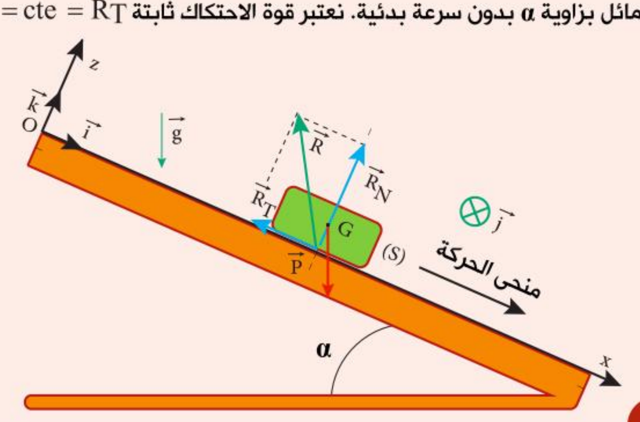
$$\vec{OG}\begin{cases} x = \dfrac{-f}{2m}t^2 + V_0.t + x_0 \\ y = 0 \\ z = 0 \end{cases}$$

ملحوظة : إذا كانت الاحتكاكات مهملة فإن (f=0) ومنه :

$$\vec{a}_G\begin{cases} a_x = 0 \\ a_y = 0 \\ a_z = 0 \end{cases} \quad \vec{V}_G\begin{cases} v_x = V_0 \\ v_y = 0 \\ v_z = 0 \end{cases} \quad \vec{OG}\begin{cases} x = V_0.t + x_0 \\ y = 0 \\ z = 0 \end{cases}$$

II حركة جسم صلب على مستوى مائل

في لحظة نعتبرها أصلا للتواريخ، نحرر جسما صلبا (S) كتلته m فوق مستوى مائل بزاوية α بدون سرعة بدئية. نعتبر قوة الاحتكاك ثابتة $\vec{f} = cte = \vec{R}_T$



الأستاذ : عمار بناني ، جهة بني ملال خنيفرة
optimus.227405@gmail.com
Omar PC

تطبيقات : الحركات المستوية

① متجهة التسارع $\vec{a}_G$

حسب القانون الثاني لنيوتن ، لدينا : $\sum \vec{F}ext = m.\vec{a}_G$

يعني : $\vec{R} + \vec{P} = m.\vec{a}_G$

في المعلم $R(O,\vec{i},\vec{j},\vec{k})$ لدينا :

$$\vec{a}_G \begin{cases} a_x \neq 0 \\ a_y = 0 \\ a_z = 0 \end{cases} \quad \vec{P} \begin{cases} Px = m.g.\sin(\alpha) \\ Py = 0 \\ Pz = -m.g.\cos(\alpha) \end{cases} \quad \vec{R} \begin{cases} Rx = -f \\ Ry = 0 \\ Rz = R_N \end{cases}$$

$a_x=a_y=0$ لأن حركة (S) مستقيمية وفق (Ox)

باسقاط العلاقة $\vec{R} + \vec{P} = m.\vec{a}_G$ على محاور المعلم $R(O,\vec{i},\vec{j},\vec{k})$ نجد :

$$\begin{cases} -f + m.g.\sin(\alpha) = m.a_x \\ 0 = m.a_y \\ R_N - m.g.\cos(\alpha) = m.a_z = 0 \end{cases} \quad \text{يعني :} \quad \begin{cases} a_x = g.\sin(\alpha) - \frac{f}{m} \\ a_y = 0 \\ a_z = 0 \end{cases}$$

ومنه :

$$a_G = \sqrt{a_x^2 + a_y^2 + a_z^2} = |g.\sin(\alpha) - \frac{f}{m}|$$

التسارع ثابت a=cte وبالتالي حركة مستقيمية متغيرة بانتظام.

② متجهة السرعة $\vec{v}_G$.

لدينا :

$$\begin{cases} a_x = \frac{dv_x}{dt} = g.\sin(\alpha) - \frac{f}{m} \\ a_y = \frac{dv_y}{dt} = 0 \\ a_z = \frac{dv_z}{dt} = 0 \end{cases}$$

اعتمادا على التكامل و السرعة البدئية المنعدمة ($V_0=0$) نجد :

$$\begin{cases} v_x = (g.\sin(\alpha) - \frac{f}{m}).t \\ v_y = 0 \\ v_z = 0 \end{cases}$$

ومنه منظم متجهة السرعة هو :

$$v_G = \sqrt{v_x^2 + v_y^2 + v_z^2} = |v_x| = \left|(g.\sin(\alpha) - \frac{f}{m})t\right|$$

③ متجهة الوضع $\vec{OG}$

لدينا :

$$\begin{cases} v_x = \frac{dx}{dt} = (g.\sin(\alpha) - \frac{f}{m})t \\ v_y = \frac{dy}{dt} = 0 \\ v_z = \frac{dz}{dt} = 0 \end{cases}$$

اعتمادا على التكامل والشروط البدئية (عند t=**0** لدينا x=**0**) نجد :

$$\begin{cases} x = \frac{1}{2}(g.\sin(\alpha) - \frac{f}{m}).t^2 \\ y = 0 \\ z = 0 \end{cases}$$

ومنه إحداثيات متجهة الوضع هي :

$$\vec{OG} \begin{cases} x = \frac{1}{2}(g.\sin(\alpha) - \frac{f}{m}).t^2 \\ y = 0 \\ z = 0 \end{cases}$$

والمعادلة الزمنية للحركة هي :

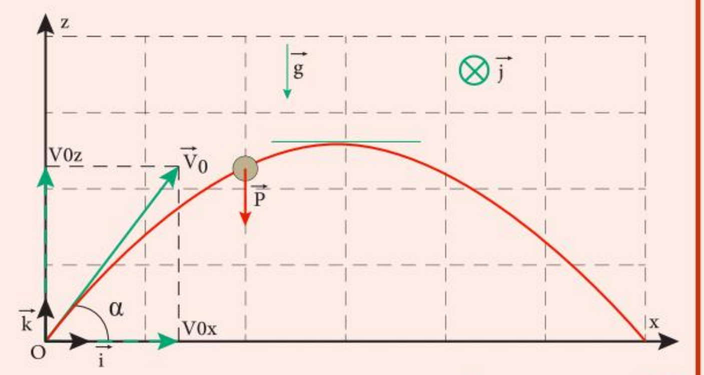
$$x(t) = \frac{1}{2}(g.\sin(\alpha) - \frac{f}{m}).t^2$$

ملحوظة : إذا كانت الاحتكاكات مهملة فإن قيمة f في المعادلات السابقة تعوض بالقيمة : **0**

III حركة قذيفة في مجال الثقالة المنتظم

① تعريف

نسمي قذيفة كل جسم يرسل قريبا من الأرض بسرعة بدئية $\vec{V}_0$، حيث نعتبر القذيفة في سقوط حر خاضعة لوزنها P فقط (نهمل جميع الاحتكاكات).



② متجهة التسارع $\vec{a}_G$

نرسل من نقطة O قذيفة كروية الشكل كتلتها m بسرعة بدئية $\vec{V}_0$، وندرس حركتها في مجال الثقالة $\vec{g}$ الذي نعتبرة منتظما ، تتم هذه الدراسة في مرجع أرضي نعتبره غاليليا حيث نعلم مواضع G في كل لحظة بإحداثياتها في معلم متعامد ممنظم $R(O,\vec{i},\vec{j},\vec{k})$ مرتبط بالمرجع الأرضي.
وتكوّن $\vec{V}_0$ زاوية α مع الخط الأفقي (Ox) تسمى زاوية القذف. كما نختار لحظة إطلاق القذيفة أصلا للتواريخ (t=**0**) .

حسب القانون الثاني لنيوتن ، لدينا : $\sum \vec{F}ext = m.\vec{a}_G$

يعني : $\vec{P} = m.\vec{a}_G \Leftrightarrow m.\vec{g} = m.\vec{a}_G$

ومنه :

$$\vec{a}_G = \vec{g}$$

بالاسقاط على محاور $R(O,\vec{i},\vec{j},\vec{k})$ نحصل على :

$$\vec{a}_G \begin{cases} a_x = 0 \\ a_y = 0 \\ a_z = -g \end{cases}$$

ومنه منظم متجهة التسارع هو :

$$a_G = \sqrt{a_x^2 + a_y^2 + a_z^2} = |a_z| = g$$

تطبيقات : الحركات المستوية

3 متجهة السرعة $\vec{v}_G$.

اعتمادا على التكامل الخاص بإحداثيات متجهة التسارع :

$$\begin{cases} a_x = \frac{dv_x}{dt} = \dot{v}_x = 0 \\ a_y = \frac{dv_y}{dt} = \dot{v}_y = 0 \\ a_z = \frac{dv_z}{dt} = \dot{v}_z = -g \end{cases} \rightarrow \begin{cases} v_x = C_1 \\ v_y = C_2 \\ v_z = -g.t + C_3 \end{cases}$$

يمكن تحديد الثوابث C1 و C2 و C3 اعتمادا على الشروط البدئية، حيث عند أصل التواريخ (t=0) ، لدينا :

$$\vec{V_0} \begin{cases} V_{0x} = V_0.\cos(\alpha) \\ V_{0}y = 0 \\ V_{0}z = V_0.\sin(\alpha) \end{cases} \quad \text{ومنه فإن :} \quad \vec{V_G} \begin{cases} v_x = V_0.\cos(\alpha) \\ v_y = 0 \\ v_z = -gt + V_0.\sin(\alpha) \end{cases}$$

ومنه منظم متجهة السرعة هو :

$$v_G = \sqrt{v_x{}^2 + v_x{}^2 + v_x{}^2}$$

$$v_G = \left(g^2 t^2 - 2.g.V_0.\sin(\alpha).t + V_0{}^2\right)^{1/2}$$

4 متجهة الوضع

لدينا :

$$\begin{cases} v_x = \frac{dx}{dt} = V_0.\cos(\alpha) \\ v_y = \frac{dy}{dt} = 0 \\ v_z = \frac{dz}{dt} = -gt + V_0.\sin(\alpha) \end{cases}$$

اعتمادا على التكامل والشروط البدئية (عند t=**0** لدينا x=**0**) نجد احداثيات متجهة الوضع $\vec{OG}$:

$$\begin{cases} x = V_0.\cos(\alpha).t \\ y = 0 \\ z = -\frac{1}{2}g.t^2 + V_0.\sin(\alpha).t \end{cases}$$

وبالتالي المعادلات الزمنية الخاصة بمتجهة الوضع هي :

$$\begin{cases} x(t) = V_0.\cos(\alpha).t \\ y(t) = 0 \\ z(t) = -\frac{1}{2}g.t^2 + V_0.\sin(\alpha).t \end{cases}$$

- بما أن y(t)=**0** فإن الحركة تتم في المستوى (xOy) أي في المستوى الرأسي الذي يشمل متجهة السرعة البدئية، و بالتالي فإن حركة القذيفة حركة مستوية.
- على المحور الأفقي (Ox) حركة G حركة مستقيمية منتظمة، حيث x(t) خطية والسرعة Vx(t) ثابتة.
- على المحور الرأسي (Oz) حركة G حركة مستقيمية متغيرة بانتظام، حيث y(t) دالة من الدرجة الثانية والتسارع a_z ثابت.

5 بعض مميزات المسار

- معادلة المسار $z = f(x)$

لدينا إحداثيات متجهة الوضع $\vec{OG}$ هي :

$$\begin{cases} x = V_0.\cos(\alpha).t & (1) \\ y = 0 & (2) \\ z = -\frac{1}{2}g.t^2 + V_0.\sin(\alpha).t & (3) \end{cases}$$

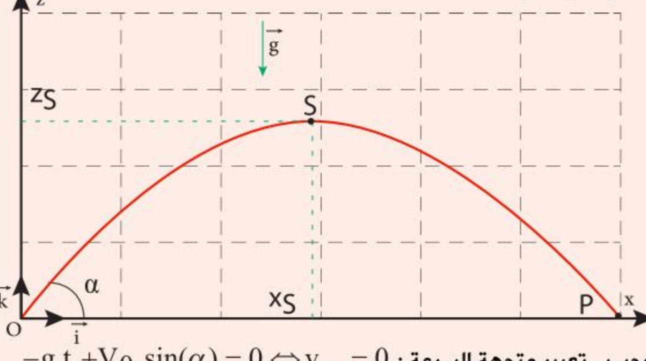
إعتمادا على المعادلة (1) نجد : $t = \frac{x}{V_0.\cos(\alpha)}$ ثم نعوض t في المعادلة (3) فنجد معادلة المسار :

$$z = \frac{-g}{2V_0{}^2.\cos(\alpha)^2}x^2 + \tan(\alpha).x \quad (4)$$

z دالة من الدرجة الثانية أي أن تمثيلها عبارة عن شلجم يوجد في مستوى القذف و منه فإن الحركة شلجمية.

- قمة المسار S .

نسمي قمة المسار S الارتفاع القصوي الذي تصل إليه القذيفة، حيث إحداثيات S هي $S(x_S, z_S)$ ، عند قمة المسار تنعدم السرعة Vz .



وحسب تعبير متجهة السرعة : $-g.t + V_0.\sin(\alpha) = 0 \Leftrightarrow v_z = 0$

ومنه : $t_S = \frac{V_0.\sin(\alpha)}{g}$ ثم نعوض t_S في المعادلتين (1) و (3) فنجد :

$$x_S = \frac{V_0{}^2.\sin(2\alpha)}{2g} \qquad z_S = \frac{V_0{}^2.\sin(\alpha)^2}{2g}$$

- المدى OP .

المدى OP هو المسافة بين نقطة إنطلاق القذيفة O ونقطة سقوطها P على المستوى الأفقي الذي يشمل O أصل المعلم . (أنظر الشكل السابق)

عند سقوط القذيفة تكون zP = **0** ومنه حسب معادلة المسار (4) لدينا :

$$\left(\frac{-g}{2V_0{}^2.\cos(\alpha)^2}x_P + \tan(\alpha)\right).x_P = 0$$

ومنه :

$$x_P = \frac{V_0{}^2.\sin(2\alpha)}{g}$$

نحصل على أقصى قيمة للمدى إذا كانت الزاوية 45=**α** أي **1**=sin(2**α**)

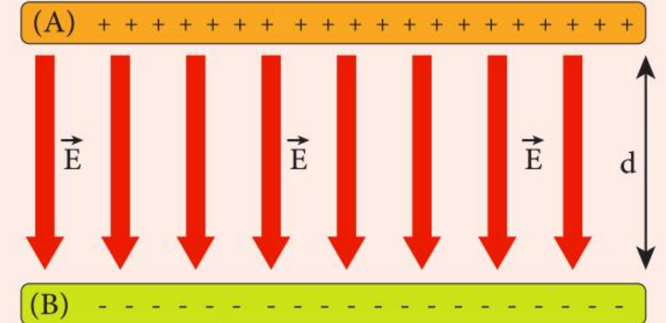
ومنه $x_P = V_0{}^2 / g$

تطبيقات : الحركات المستوية

IV حركة دقيقة مشحونة في مجال كهرساكن منتظم.

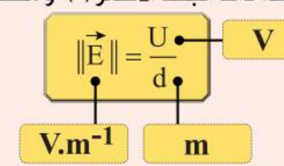
نسمي دقيقة كل جسم ذي أبعاد جد صغيرة، مثل الإلكترونات، البروتونات ...

1 المجال الكهرساكن المنتظم.



- يكون المجال الكهرساكن منتظم إذا كان لمتجهة $\vec{E}$ في كل نقطة من نقطه، نفس الاتجاه ونفس المنحى ونفس المنظم.

عند تطبيق توتر مستمر U على صفيحتين لهما أبعاد أكبر بكثير من المسافة d التي تفصلهما تكون متجهة المجال الكهرساكن $\vec{E}$ ثابتة و عمودية على الصفيحتين و موجهة من الصفيحة ذات الجهد الكهربائي الأكبر (+) نحو الصفيحة ذات الجهد الأصغر (-) و منظمها هو :



$$\|\vec{E}\| = \frac{U}{d}$$

$$E = \frac{U}{d} = \frac{V_A - V_B}{d}$$

2 حركة دقيقة مشحونة في مجال كهرساكن منتظم $\vec{E}$

- تدخل دقيقة مشحونة $(q < 0)$ كتلتها m مجال كهرساكن منتظم في النقطة O في اللحظة $t = 0$ بسرعة بدئية V_0.

- تخضع الدقيقة المشحونة q عند دخولها المجال الكهرساكن الى قوتين هما :

- القوة الكهرساكنة $\vec{F}$ التي تساوي : $\vec{F} = q.\vec{E}$

- وزن الدقيقة المشحونة $\vec{P}$ الذي نهمله أمام القوة $\vec{F}$.

-الحالة 1 : $\vec{V_0} \,//\, \vec{E}$

ـ حسب القانون الثاني لنيوتن ،

لدينا : $\sum \vec{F}ext = m.\vec{a}_G$

يعني : $q.\vec{E} = m.\vec{a}$

ومنه فإن :

$$\vec{a} = \frac{q.\vec{E}}{m}$$

باسقاط العلاقة المحصل عليها على محاور المعلم $R(O,\vec{i},\vec{j},\vec{k})$ نجد :

$$\begin{cases} a_x = \frac{-q.E}{m} \\ a_y = 0 \\ a_z = 0 \end{cases}$$

يعني :

$$\begin{cases} a_x = \frac{dv_x}{dt} = \frac{-q.E}{m} \\ a_y = \frac{dv_y}{dt} = 0 \\ a_z = \frac{dv_z}{dt} = 0 \end{cases}$$

واعتمادا على التكامل و احداثيات متجهة السرعة البدئية نجد :

$$\begin{cases} v_x = \frac{-q.E}{m}.t + V_0 \\ v_y = 0 \\ v_z = 0 \end{cases}$$

و منه منظم متجهة السرعة هو :

$$v_G = \sqrt{v_x^2 + v_y^2 + v_z^2} = |v_x|$$

$$v_G = \left| \frac{-q.E}{m}.t + V_0 \right|$$

اعتمادا على احداثيات متجهة السرعة و التكامل والشروط البدئية عند $(t=0)$ حيث $(x=0,y=0,z=0)$ نحصل على المعادلات الزمنية للحركة :

$$\begin{cases} x(t) = \frac{-q.E}{2.m}.t^2 + V_0.t \\ y(t) = 0 \\ z(t) = 0 \end{cases}$$

حالة خاصة : مدفع الالكترونات $q=-e$ وسرعة مهملة $V_0=0$ ومنه :

$$x(t) = \frac{e.E}{2.m}.t^2 \qquad v(t) = \frac{e.E}{m} \qquad a = \frac{-e.E}{m}$$

بتطبيق مبرهنة الطاقة الحركية بين النقطتين O و T :

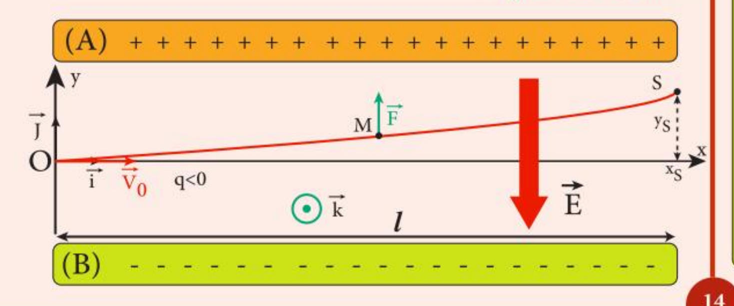
لدينا : $\Delta E_C = \sum W(\vec{F}ext)$ يعني :

$$\frac{1}{2}.m.v_T^2 - \frac{1}{2}.m.v_O^2 = \vec{F}.\vec{OT} = -q.E.d = e.U$$

ومنه : $\frac{1}{2}.m.v_T^2 = e.U$ إذن السرعة عند النقطة T هي :

$$v_T = \sqrt{\frac{2.e.U}{m}}$$

-الحالة 2 : $\vec{V_0} \perp \vec{E}$



تطبيقات : الحركات المستوية

- حسب القانون الثاني لنيوتن ، لدينا : $\sum \vec{F}ext = m.\vec{a}_G$

يعني : $\vec{F} = q.\vec{E} = m.\vec{a}$ ومنه : $\vec{a} = \frac{q.\vec{E}}{m}$ باسقاط العلاقة

المحصل عليها على $R(O,\vec{i},\vec{j},\vec{k})$ نجد :

$$\begin{cases} a_x = 0 \\ a_y = \frac{-q.E}{m} \\ a_z = 0 \end{cases}$$ يعني : $$\begin{cases} a_x = \frac{dv_x}{dt} = 0 \\ a_y = \frac{dv_y}{dt} = \frac{-q.E}{m} \\ a_z = \frac{dv_z}{dt} = 0 \end{cases}$$

ولدينا إحداثيات متجهة السرعة البدئية : $\vec{V}_0 \begin{cases} V_0x = V_0 \\ V_0y = 0 \\ V_0z = 0 \end{cases}$ و اعتمادا على التكامل و متجهة السرعة البدئية نحصل على : $$\begin{cases} v_x = V_0 \\ v_y = \frac{-q.E}{m}.t \\ v_z = 0 \end{cases}$$

يعني : $$\begin{cases} v_x = \frac{dx}{dt} = V_0 \\ v_y = \frac{dy}{dt} = \frac{-q.E}{m}.t \\ v_z = \frac{dz}{dt} = 0 \end{cases}$$ و اعتمادا على احداثيات متجهة السرعة و التكامل والشروط البدئية عند (t=0) حيث (x=0,y=0,z=0) نحصل على المعادلات الزمنية للحركة :

$$\begin{cases} x(t) = V_0.t & (1) \\ y(t) = \frac{-q.E}{2.m}.t^2 & (2) \\ z(t) = 0 & (3) \end{cases}$$

اعتمادا على المعادلة (1) لدينا $t=x/V_0$ و بتعويض الزمن في (2) نجد :

$$y = \frac{-q.E}{2.mV_0^2}.x^2$$

المعادلة الديكارتية للمسار الشلجمي

- عند خروج الشحنة الكهربائية عند النقط S من المجال الكهربائي $\vec{E}$
- إحداثيات النقطة S : $S(x_S, y_S)$

$$x_S = l \Rightarrow t = \frac{l}{V_0} \Rightarrow y_S = \frac{-q.E.}{2.mV_0^2}.l^2$$

- إحداثيات متجهة السرعة عند النقطة S : $\vec{Vs}(Vsx, Vsy)$

لدينا : $$\begin{cases} v_x = V_0 \\ v_y = \frac{-q.E}{m}.t \\ v_z = 0 \end{cases}$$ حيث $t = l / V_0$ ومنه فإن : $$\begin{cases} Vsx = V_0 \\ Vsy = \frac{-q.E}{m.V_0}.l \end{cases}$$

يعني السرعة عند النقطة S هي :

$$V_S = \sqrt{Vsx^2 + Vsy^2} = \sqrt{V_0^2 + \left(\frac{q.E}{mV_0}.l\right)^2}$$

بماأن V=cte فإن حركة الشحنة الكهربائية مستقيمية منتظمة لأنها لاتخضع لأية قوة (مع اهمال وزنها)، وتبقى حركة الشحنة الكهربائية مستقيمية منتظمة حتى تصطدم بالشاشة عند النقطة A.(أنظر الشكل أسفله)

- زاوية الانحراف α

حسب الشكل :

$$\tan(\alpha) = \frac{Vsy}{Vsx} = \frac{-q.E}{mV_0^2}.l$$

- الانحراف الكهربائي De

الانحراف الكهربائي De هو المسافة A'A

حيث : $De = AA' = AH + HA'$ مع $HA' = y_S = \frac{-q.E}{2.mV_0^2}.l^2$

ولدينا : $\tan(\alpha) = \frac{AH}{L - l}$ يعني : $AH = \tan(\alpha)(L - l)$

يعني : $AH = \frac{-q.E}{mV_0^2}.l \times (L - l)$

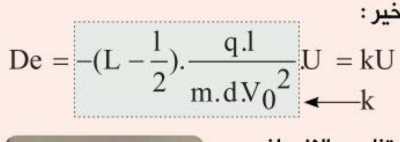
يعني : $De = \frac{-q.E}{mV_0^2}.l \times (L - l) + \frac{-q.E}{2.mV_0^2}.l^2$

ومنه :

$$De = -(L - \frac{l}{2})\frac{q.l.E}{mV_0^2}$$

نعوض $E = \frac{U}{d}$ في التعبير الاخير :

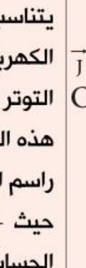
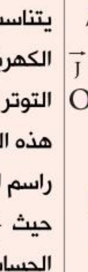
$$De = -(L - \frac{l}{2}).\frac{q.l}{m.dV_0^2}U = kU$$



يتناسب الإنحراف الكهربائي De مع التوتر U ، وتستغل هذه الخاصية في راسم التذبذب . حيث $\frac{1}{k}$ تمثل الحساسية الرأسية Sv



S_v

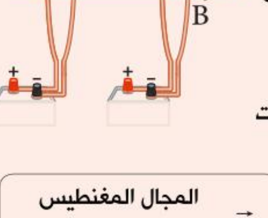




تطبيقات : الحركات المستوية

V حركة دقيقة مشحونة في مجال مغنطيسي منتظم

1 المجال المغنطيسي المنتظم

للحصول على مجال مغنطيسي منتظم نستعمل وشيعتين يمر فيهما تيارا كهربائيا، حيث تتغير شدة المجال المغنطيسي بتغير شدة التيار الكهربائي المار في الوشيعتين. تسمى هاتين الوشيعتين بوشيعتا هيلمولتز.



يكون المجال المغنطيسي منتظما إذا كان لمتجهة المجال المغنطيسي $\vec{B}$ نفس المميزات في نقط مختلفة من الفضاء.

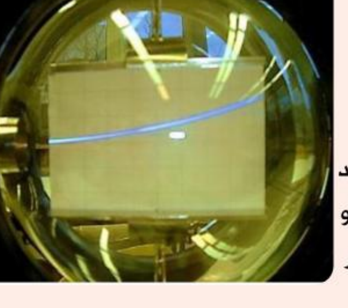






2 القوة المغنطيسية: قوة لورنتز

عند تقريب مغنطيس من أنبوب مفرغ نلاحظ انحراف الحزمة الإلكترونية. نفس الملاحظة عند تقريب ملف لولبي يمر فيه تيار كهربائي . يتغير منحى الأنحراف عند عكس موضعي قطبي المغنطيس أو بعكس منحى التيار الكهربائي المار في الملف اللولبي .

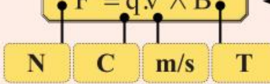


المجال المغنطيسي الذي يحدثه المغنطيس يطبق تأثيرا ميكانيكيا على حزمة الإلكترونات مما يجعلها تنحرف، و يسمى هذا التأثير بقوة لورنتز

- علاقة لورنتز

تخضع دقيقة مشحونة، ذات شحنة q تتحرك بسرعة متجهتها $\vec{v}$ داخل مجال مغنطيسي متجهته $\vec{B}$ إلى قوة مغنطيسية $\vec{F}$ تسمى قوة لورنتز تحددها العلاقة المتجهية التالية :

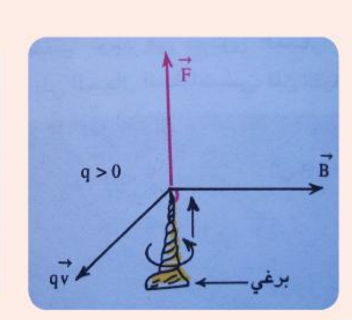
$$\vec{F} = q\vec{v} \wedge \vec{B}$$

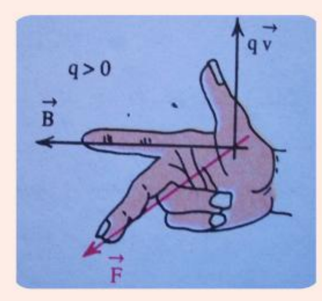


مميزات قوة لورنتز $\vec{F}$

- نقطة التأثير : هي الدقيقة نفسها باعتبارها نقطية مادية.
- المنحى : يجب أن يكون ثلاثي الأوجه $(q\vec{v},\vec{B},\vec{F})$ مباشرا
- الاتجاه :العمودي على لمستوى $(q\vec{v},\vec{B})$
- الشدة : نعبر عليها بالعلاقة : $F = |q.v.B.\sin(\widehat{\vec{v},\vec{B}})|$

$\vec{F}$ $\vec{B}$ $q\vec{V}$





3 الطاقة الحركية لدقيقة مشحونة في مجال مغنطيسي منتظم

لدينا تعبير قدرة قوة لورنتز: $P = \vec{F}.\vec{V}$ وحيث : $\vec{F} \perp \vec{V}$

فإن P=0 إذن لقوة لورنتز قدرة منعدمة.

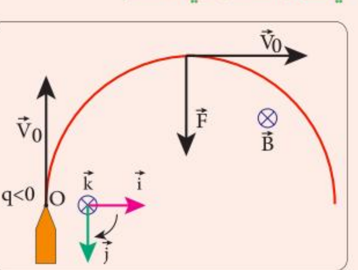
ونعلم أن الطاقة الحركية ترتبط بالقدرة بالعلاقة التالية : $P = \frac{dEc}{dt}$

ومنه : $\frac{dEc}{dt} = P = 0 \Leftrightarrow Ec = cte$ وبالتالي انحفاظ الطاقة لحركية.

ومنه فإن: $\frac{1}{2}mV^2 = cte \Leftrightarrow Ec = $ و $V = cte$ و بالتالي فحركة الدقيقة منتظمة.

4 دراسة حركة دقيقة مشحونة في مجال مغنطيسي منتظم

نعتبر دقيقة ذات شحنة $q<0$ في حركة داخل مجال مغنطيسي منتظم ثابت حيث متجهة سرعتها $\vec{v}$ عمودية على متجهة المجال $\vec{B}$ المغنطيسي.



ـ حسب القانون الثاني لنيوتن ، لدينا : $\sum\vec{F}ext = m.\vec{a}_G$

يعني : $\vec{F} + \vec{P} = m.\vec{a}$ حيث نقوم باهمال الوزن أمام القوة المغنطيسية

ومنه : $q.\vec{v} \wedge \vec{B} = m.\vec{a}$ يعني : $\vec{a} = \frac{q}{m}.\vec{v} \wedge \vec{B}$

وباالتالي فإن متجهة التسارع عمودية على $\vec{v}$ و $\vec{B}$.

- تعبير التسارع في أساس فريني $(M,\vec{u},\vec{n})$

لدينا تعبير التسارع في أساس فريني يكتب على شكل :

$\vec{a}_G = \overrightarrow{a_T} + \overrightarrow{a_N} = a_T\vec{u} + a_N\vec{n}$ و $a_T = \frac{dv}{dt}$ و $a_N = \frac{v^2}{\rho}$

بماأن : V=cte فإن : $a_T = \frac{dv}{dt} = 0$ ومنه تعبير التسارع هو :

$\vec{a} = \frac{V^2}{\rho}\vec{n}$ ومنه : $\frac{V^2}{\rho}\vec{n} = \frac{q}{m}\vec{V} \wedge \vec{B}$ بما أن : $\vec{V} \perp \vec{B}$

يعني : $\frac{|q|VB}{m} = \frac{q}{m}\vec{V} \wedge \vec{B}$ ومنه : $\frac{V^2}{\rho} = \frac{|q|VB}{m}$

ومنه :

$$\rho = R = \frac{mV}{|q|.B}$$

تطبيقات : الحركات المستوية

و حيث V=cte=V0 و q=cte و B=cte و m=cte فإن :

$$\rho = R = \frac{mV_0}{|q|.B}$$

خلاصة : حركة دقيقة ذات شحنة q وكتلة m عند ولوجها مجالا مغناطيسيا منتظما $\vec{B}$ بسرعة بدئية $\vec{V}0$ متعامدة مع $\vec{B}$ ، حركة دائرية منتظمة.

- مسارها ينتمي إلى المستوى العمودي على المجال المغنطيسي $\vec{B}$ شعاعه يساوي :

$$R = \frac{mV_0}{|q|.B}$$

الحركة دائرية دورية دورها يساوي : $T = \frac{2\pi}{\omega}$ حيث : $\omega = \frac{V_0}{R}$

ومنه : $T = \frac{2\pi R}{V_0} = \frac{2\pi m}{|q|B}$

- الانحراف المغنطيسي

نسمي الأنحراف المغناطيسي المسافة Dm=AA'.

تلج حزمة دقائق من النقطة O وبسرعة V0 حيزا طوله l حيث $(l << L)$ يخضع لمجال مغناطيسي $\vec{B}$ منتظم متعامد مع متجهة السرعة البدئية.

مسار كل دقيقة في المجال المغناطيسي هو عبارة عن قوس من دائرة مركزها C وشعاعها هو R حيث : $R = \frac{mV_0}{|q|.B}$

بعد خروج الدقيقة المشحونة من المجال المغنطيسي من النقطة S تصبح معزولة ميكانيكيا (لا تخضع لأي تأثير) وبالتالي فحركتها خارج المجال حركة مستقيمية منتظمة (حسب مبدأ القصور) حتى تصطدم بالشاشة في النقطة A'.

لدينا : $\angle HCS = \angle AIA' = \alpha$

لأن : $(IA) \| (HS), \angle AIS = \angle ISH \Leftarrow SH \perp HC, IA \perp AA'$

$$\angle HCS = \alpha \Leftarrow \angle HSC = \frac{\pi}{2} - \alpha \Leftarrow CS \perp SA'$$

لدينا في المثلث AIA' : $\tan(\alpha) = \frac{Dm}{IA}$ وحيث $(l << L)$ فإن :

$IA = L - OI \approx L$ ومنه : $\tan(\alpha) = \frac{Dm}{L}$

ولدينا كذلك في المثلث HCS : $\sin(\alpha) = \frac{l}{R}$

بماأن الزاوية α صغيرة فإن : $\sin(\alpha) = \tan(\alpha) = \frac{Dm}{L} = \frac{l}{R}$

ومنه : $Dm = \frac{L.l}{R}$ يعني :

$$Dm = \frac{L.l.|q|.B}{mV_0}$$

لدينا : Dm=K . B حيث : $K = \frac{L.l.|q|}{mV_0}$

إذن يتناسب الإنحراف المغطيسي اطراداً مع شدة المجال المغنطيسي.



16 تطبيقات : الأقمار الاصطناعية والكواكب

المحتوى

- المرجع المركزي الشمسي و المرجع المركزي الأرضي
- قوانين كيبلر (المسار الدائري والمسار الإهليجي)
- تطبيق القانون الثاني لنيوتن على مركز قصور قمر اصطناعي أو على كوكب : قوة انجذابية مركزية، التسارع الاشعاعي ، نمذجة حركة مركز قصور قمر اصطناعي أو كوكب بواسطة حركة دائرية منتظمة .

المعارف والمهارات المستهدفة

- تعرف المرجع المركزي الشمسي والمرجع المركزي الأرضي
- معرفة وتطبيق القوانين الثلاثة لكيبلر في حالة مسار دائري ومسار إهليليجي.
- إثبات القانون الثالث لكيبلر .
- معرفة التعبير المتجهي لقانون التجاذب الكوني.
- تعرف أن القوة التي يخضع لها مركز قصور قمر اصطناعي أو كوكب قوة انجذابية مركزية .
- تطبيق القانون الثاني لنيوتن على مركز قصور قمر اصطناعي أو كوكب لتحديد طبيعة الحركة.

تطبيقات : الأقمار الاصطناعية والكواكب

I الحركة الدائرية المنتظمة

1 خاصيات الحركة الدائرية المنتظمة.

نقول أن حركة نقطة دائرية منتظمة، إذا كان مسارها دائري و سرعتها ثابتة. و هذا يعني أن: السرعة لزاوية ثابتة.

علما أن : $\widehat{LM} = S = R.\theta$

فإن : $\frac{dS}{dt} = R.\frac{d\theta}{dt}$

يعني: $V = R.\omega$ ومنه $\omega = \frac{V}{R} = cte$

-دور الحركة : $T = \frac{2\pi}{\omega}$

- متجهة السرعة مماسة للمسار الدائري ولها منحى الحركة : $\vec{V} = V.\vec{u} = R.\omega\vec{u}$

- متجهة التسارع في معلم فريني: $\vec{a} = a_T\vec{u} + a_N\vec{n}$

حيث: $a_T = \frac{dV}{dt} = 0$ و $a_N = \frac{V^2}{R}$ ومنه : $\vec{a} = \frac{V^2}{R}\vec{n}$

إذن متجهة التسارع انجذابية مركزية تعبيرها :

$$\vec{a} = \frac{V^2}{R}\vec{n} = R.\omega^2\vec{n}$$

2 شروط الحصول على حركة دائرية منتظمة

حسب القانون الثاني لنيوتن لدينا : $\sum\vec{F}ext = m.\vec{a}$

لتكن $\vec{F}$ هي مجموع متجهات القوى التي يخضع لها الجسم، ومنه فإن :

$\vec{F} = m.\vec{a} = m.\frac{V^2}{R}\vec{n}$ يعني شدة القوة : $F = m.\frac{V^2}{R}$

ومنه لكي تكون حركة مركز قصور الجسم دائرية منتظمة ، يجب أن يتحقق الشرطان التاليان:

- أن يكون مجموع متجهات القوى انجذابيا مركزيا نحو مركز الدوران
- أن يكون منظم مجموع متجهات القوى ثابتا ويحقق العلاقة التالية :

$$F = m.\frac{V^2}{R}$$

II القوانين الثلاثة لكيبلر

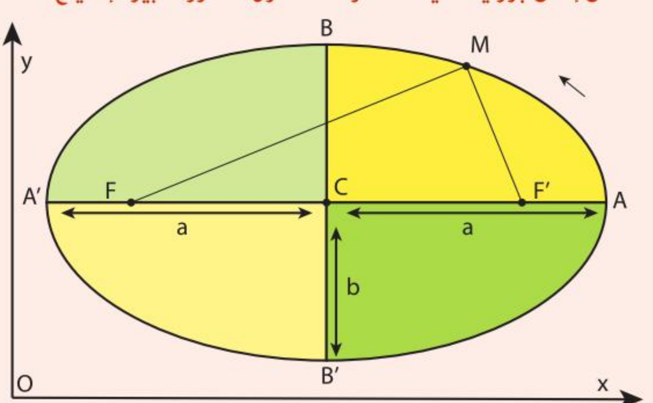
1 تذكير بالمرجع المركزي الشمسي و المرجع المركزي الأرضي.

- المرجع المركزي الشمسي يتكون من مركز الشمس و ثلاثة محاور متعامدة و موجهة نحو ثلاثة نجوم ثابتة خلال الزمن ، و يستعمل لدراسة حركة الكواكب و المذنبات حول الشمس و يعتبر مرجعا غاليليا .

المرجع المركزي الأرضي يتكون من مركز الأرض و ثلاثة محاور متعامدة و موجهة نحو ثلاثة نجوم ثابتة خلال الزمن ، و يستعمل لدراسة حركة الأجسام التي تدور حول الأرض كالأقمار الاصطناعية...الخ

2 القانون الأول أو قانون المدارات الإهليجية

في المرجع المركزي الشمسي مسار مركز قصور كوكب إهليلج يشكل مركز الشمس إحدى بؤرتيه . حيث a : هو نصف طول المحور الكبير للإهليلج .



إضافة : خاصيات الاهليج

طول المحور الكبير : $AA' = 2a$ وطول المحور الصغير : $BB' = 2b$

الإهليلج هو مجموعة النقط M التي تحقق المعادلة : $FM + F'M = 2a$

بحيث F وF' نقطتان ثابتتان تسميان بؤرتي الإهليلج،و $2a$ طول المحور الكبير للإهليلج.المساحة الكلية لأهليج هي : $S = \pi.a.b$

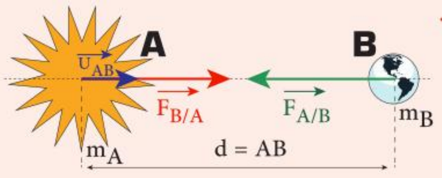
المسافة بين مركز الاهليج C و أحد البؤرتين : $CF = CF' = \sqrt{a^2 - b^2}$

تطبيقات : الأقمار الاصطناعية والكواكب

III دراسة الحركة المدارية للكواكب

1 قانون نيوتن للتجاذب الكوني

نص القانون: تتجاذب الأجسام بسبب كتلتها، فيطبق بعضها على البعض قوى تأثير تجاذبي.



نعتبر جسمين ماديين نقطيين A و B كتلتاهما m_A و m_B وتفصل بينهما المسافة d=AB يطبق أحدهما على الآخر قوة تجاذب عن بعد تسمى قوة التجاذب الكوني، تعبيرها هو :

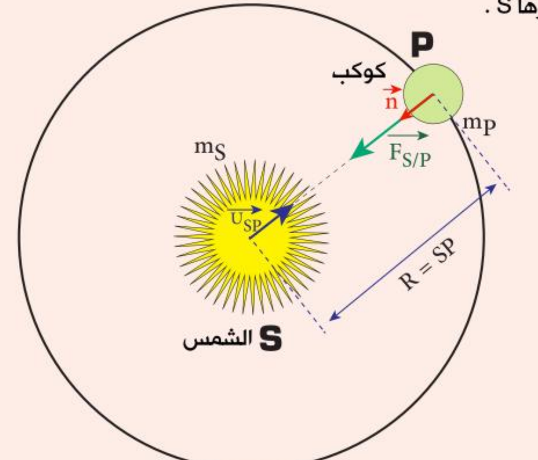
$$\vec{F}_{A/B} = -\vec{F}_{B/A} = -\frac{G.m_A.m_B}{AB^2}\vec{u}_{AB}$$

حيث : G ثابتة التجاذب الكوني $G = 6.67.10^{-11} m^3 kg^{-1} s^{-2}$

و $\vec{u}_{AB}$ متجهة واحدية موجهة من A نحو B .

2 دراسة حركة كوكب P حول الشمس.

-تتم الدراسة في مرجع مركزي شمسي نعتبره غاليليا .
نعتبر كوكبا كتلته mp و مركزه P ، في حركة دوران حول الشمس كتلتها m_S ومركزها S .



- الجسم المدروس : الكوكب P .

يخضع الكوكب إلى قوة التجاذب الكوني المطبقة من طرف الشمس $\vec{F}_{S/P}$

ـ حسب القانون الثاني لنيوتن ، لدينا : $\sum \vec{F}_{ext} = m_p\,\vec{a}_p$

يعني : $\vec{F}_{S/P} = m_p.\vec{a}_p = m_p.\frac{V^2}{R}.\vec{n}$ لأن : $\vec{a}_p = \frac{V^2}{R}.\vec{n}$

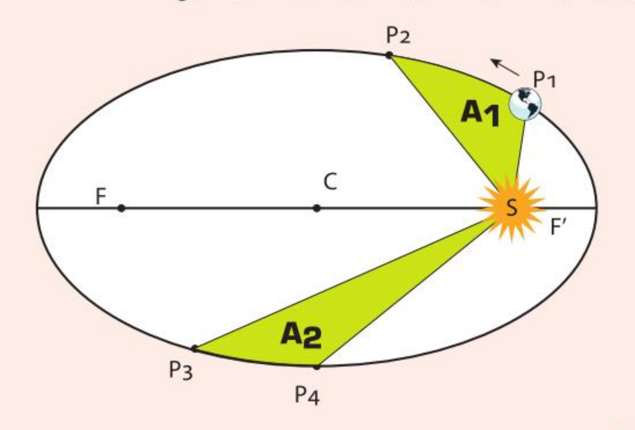
ولدينا : $\vec{F}_{S/P} = -G\frac{mp.mS}{R^2}.\vec{u}_{SP} = G\frac{mp.mS}{R^2}.\vec{n}$

3 القانون الثاني أو قانون المساحات .

تكسح القطعة SP التي تربط مركز الشمس S بمركز الكوكب P مساحات متقايسة في مدد زمنية متساوية.

يعني : خلال مدة Δt ينتقل كوكب مركزه P من الموضع P1 إلى الموضع P2 نقرن بهذا الإنتقال المساحة A_1 وخلال نفس المدة ينتقل P من P3 إلى P4 نقرن بهذا الإنتقال المساحة A_2 بحيث : $A_1=A_2$

وهذا يدل على أن الكوكب يدور حول الشمس بسرعة غير ثابتة كلما اقترب الكوكب من الشمس، كلما زادت سرعته و العكس صحيح.



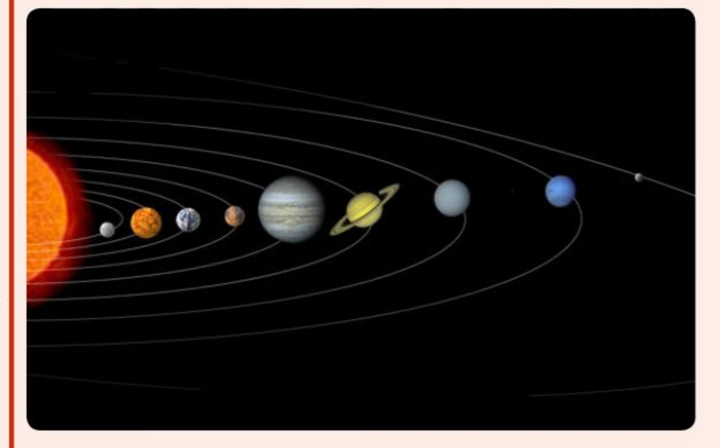
4 القانون الثالث أو قانون الأدوار

يتناسب مربع الدور المداري T^2 اطرادا مع مكعب نصف طول a^3 المحور الكبير للإهليلج.

$$\frac{T^2}{a^3} = K$$

(T بالوحدة s ، a بالوحدة m ، K بالوحدة s^2m^{-3})

T : الدور المداري لكوكب ما وهو المدة الزمنية التي يستغرقها مركزه لإنجاز دورة فلكية كاملة ، K : ثابتة لا تتعلق بالكوكب ولكن تتعلق بالشمس.



الأستاذ : عمار بناني ، جهة بني ملال خنيفرة
optimus.227405@gmail.com
Omar PC



تطبيقات : الأقمار الاصطناعية والكواكب

$\vec{F}_{S/P}$

يعني : $m_p.\frac{V^2}{R}=G.\frac{m_p.m_S}{R^2}$ ومنه : $V^2=G.\frac{m_S}{R}$

وبالتالي سرعة الكوكب هي :

$$V=\sqrt{G.\frac{m_S}{R}}$$

لحساب الدور المداري، لدينا : $T=\frac{2\pi}{\omega}$ حيث : $\omega=\frac{V}{R}=\sqrt{\frac{G.m_S}{R^3}}$

ومنه تعبير الدور المداري هو :

$$T=2\pi\sqrt{\frac{R^3}{G.m_S}}$$

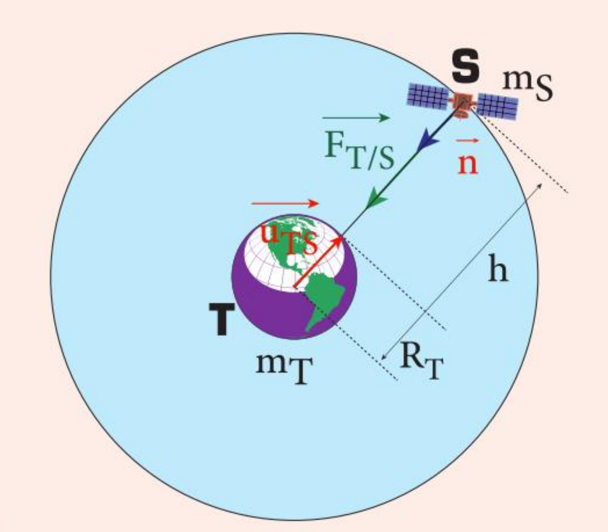
مربع الدور هو : $T^2=4\pi^2.\frac{R^3}{G.m_S}$ يعني : $\frac{T^2}{R^3}=\frac{4\pi^2}{G.m_S}=K$

وهذا يترجم القانون الثالث لكيبلر ، حيث K ثابتة تتعلق بالشمس.

IV الحركة المدارية للأقمار الاصطناعية لأرض

1 تعبير السرعة V و الدور المداري T .

تتم الدراسة في مرجع مركزي أرضي ، نسمي قمر كل جسم في حركة مدارية حول كوكب مثل القمر، الأقمار الاصطناعية ...
نعتبر الأرض ذات توزيع كروي مماثل للكتلة ، كتلتها m_T ومركزها T، ونعتبر القمر الإصطناعي نقطيا وكتلته m_S ممركزة في مركزه S .



- الجسم المدروس : القمر الاصطناعي S .

يخضع القمر الاصطناعي إلى قوة التجاذب المطبقة من طرف الأرض $\vec{F}_{T/S}$

ـ حسب القانون الثاني لنيوتن ، لدينا : $\sum\vec{F}_{ext}=m_S.\vec{a}_S$

يعني : $\vec{F}_{T/S}=m_S.\vec{a}_S=m_S.\frac{V^2}{R_T+h}.\vec{n}$

لأن : $\vec{a}_S=\frac{V^2}{R_T+h}.\vec{n}$

ولدينا : $\vec{F}_{T/S}=-G.\frac{m_S.m_T}{(R_T+h)^2}\vec{u}_{TS}=G.\frac{m_S.m_T}{(R_T+h)^2}.\vec{n}$

يعني : $m_S.\frac{V^2}{R_T+h}=G.\frac{m_S.m_T}{(R_T+h)^2}$ أي : $V^2=\frac{G.m_T}{(R_T+h)}$

ومنه سرعة القمر الاصطناعي هي :

$$V=\sqrt{\frac{G.m_T}{(R_T+h)}}$$

لحساب الدور المداري، لدينا : $T=\frac{2\pi}{\omega}$ حيث : $\omega=\frac{V}{R_T+h}$

يعني : $\omega=\sqrt{\frac{G.m_T}{(R_T+h)^3}}$ ومنه تعبير الدور المداري هو :

$$T=2\pi\sqrt{\frac{(R_T+h)^3}{G.m_T}}$$

2 الإستقمار .

الاستقمار هو وضع قمر اصطناعي في مداره حول الأرض و إعطاءه سرعة كافية تخوله حركة دائرية منتظمة حول الأرض.
تتم عملية الاستقمار بواسطة مركبة فضائية ، تقوم بدور مزدوج :
حمل القمر الاصطناعي إلى ارتفاع يفوق 200km ، حيث الغلاف الجوي الأرضي منعدم تقريبا لتفادي الاحتكاكات المائعة.
منح القمر الاصطناعي سرعة $\vec{V}_0$ تجعله يبقى في مدار دائري حول الأرض
حيث : السرعة $\vec{V}_0$ عمودية على كنجهة الوضع $\vec{V}_0\perp\vec{TS}$ ومنظمها :

$$V_0=\sqrt{\frac{G.m_T}{(R_T+h)}}$$

نعتبر القمر الاصطناعي خاضعا لقوة التجاذب الأرضي فقط، بحيث نهمل الاحتكاكات المتعلقة بالجو.

تطبيقات : الأقمار الاصطناعية والكواكب



الأقمارالإصطناعية الساكنة بالنسبة للأرض .

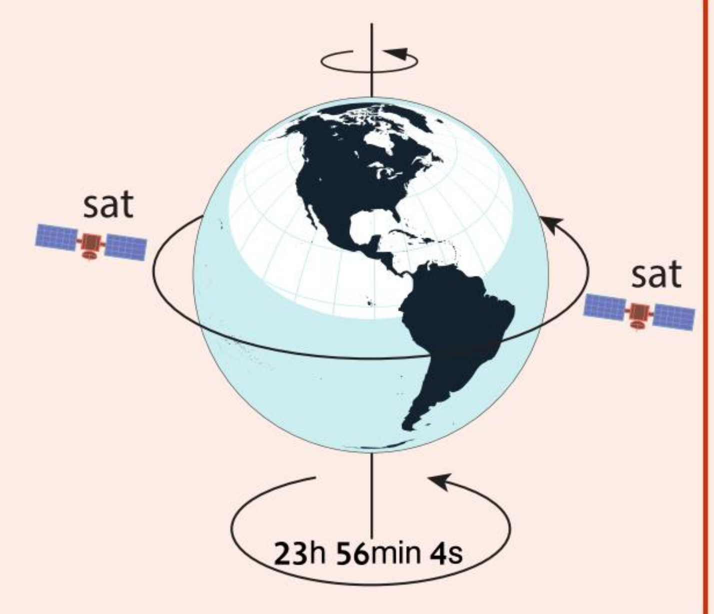
- تعريف : يكون القمر الاصطناعي ساكن بالنسبة للارض عندما يبقى ثابت بالنسبة لملاحظ على سطح الارض.

مثال : القمر الاصطناعي للارسال التليفيزيوني حيث يستقبل الهوائي المقعر اشاراته .

- الشروط اللازمة لكي يكون القمر ساكنا بالنسبة للارض
- أن يدور القمر الاصطناعي في نفس منحى دوران الأرض حول محورها القطبي.
- ينبغي يكون مداره في مستوى خط الاستواء.
-أن يكون دوره المداري مساويا لدور حركة دوران الأرض حول محورها القطبي: أي $T=23h56min4s=86164s$

الارتفاع الذي يوضع عليه القمر الاصطناعي من سطح الارض لكي يبدو ساكنا هو : $h\approx 36000km$ (يمكن حساب h حيث $T=86164s$ اعتمادا على العلاقة :

$$h=\left(\frac{T^2.G.m_T}{4\pi^2}\right)^{1/3}-R_T \longleftarrow T=2\pi\sqrt{\frac{(R_T+h)^3}{G.m_T}}$$





حركة دوران جسم صلب حول محور ثابت

المحتوى

- الأفصول الزاوي و التسارع الزاوي.
- العلاقة الأساسية للتحريك في حالة الدوران حول
- محور ثابت.

دور عزم القصور.

حركة مجموعة ميكانيكية في حالة إزاحة ودوران حول محور ثابت.

المعارف والمهارات المستهدفة

- معلمة نقطة من جسم صلب في دوران حول محور ثابت بأفصوله الزاوي.
- معرفة تعبير التسارع الزاوي ووحدته.
- معرفة واستغلال تعبيري المركبتين aN و aT بدلالة المقادير الزاوية.
- معرفة وتطبيق العلاقة الأساسية للديناميك في حالة الدوران حول محور ثابت لإثبات المعادلة التفاضلية للحركة وإيجاد حلها
- معرفة وحدة عزم القصور.
- معرفة واستغلال مميزات حركة الدوران المتغير بانتظام ومعادلاتها الزمنية.
- تطبيق القانون الثاني لنيوتن والعلاقة لأساسية للديناميك في حالة الدوران علىمجموعة ميكانيكية مركبة ومكونة من جسمين على الأكثر في حالة إزاحة مستقيمية وآخر في حالة دوران حول محور ثابت لإثبات المعادلات التفاضلية ولتحديد مقادير حركية ومقادير تحريكية.

optimus.227405@gmail.com



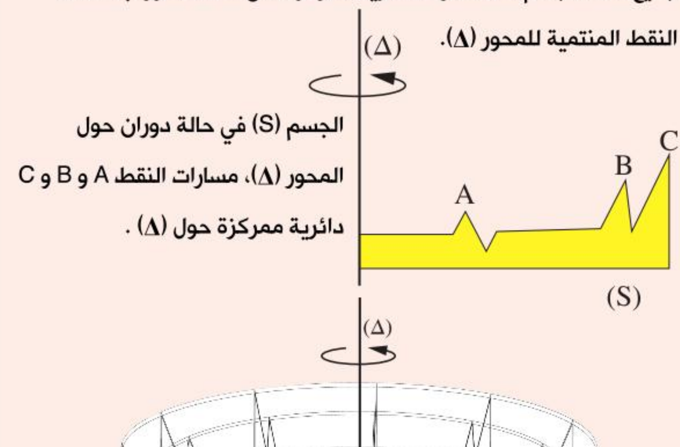

حركة دوران جسم صلب حول محور ثابت

I السرعة الزاوية - التسارع الزاوي

1 تعريف حركة الدوران

يكون جسم صلب غير قابل للتشويه في دوران حول محور ثابت (Δ) إذا كانت جميع نقط الجسم لها مسارات دائرية ممركزة على هذا المحور. باستثناء النقط المنتمية للمحور (Δ).

الجسم (S) في حالة دوران حول المحور (Δ)، مسارات النقط A و B و C دائرية ممركزة حول (Δ) .



2 الأفصول الزاوي θ

الأفصول الزاوي للنقطة المتحركة M من جسم صلب في حركة دوران حول محور(Δ) ثابت هو الزاوية الموجهة

حيث θ : $\theta = (\overrightarrow{Ox}, \overrightarrow{OM})$

نعبرعن θ في النظام العالي للوحدات بالراديان rad.

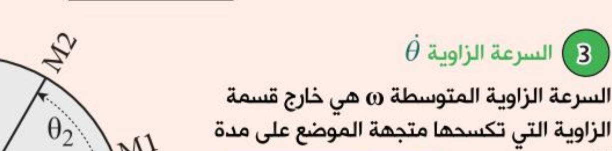
الأفصول المنحني هو طول القوس $\overset{\frown}{AM}$

ونرمز له ب S حيث : $S = \overset{\frown}{AM}$

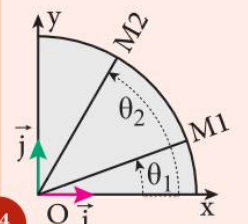
وحدة قياسه m ، العلاقة بين θ و S هي : $S = R.\theta$

3 السرعة الزاوية $\dot{\theta}$

السرعة الزاوية المتوسطة ω هي خارج قسمة الزاوية التي تكسحها متجهة الموضع على مدة الكسح



$$\omega = \frac{\Delta\theta}{\Delta t} = \frac{\theta_2 - \theta_1}{t_2 - t_1}$$



السرعة الزاوية اللحظية عند النقطة Mi في لحظة ti ، تحسب باستعمال العلاقة :

$$\omega = \frac{\theta_{i+1} - \theta_{i-1}}{t_{i+1} - t_{i-1}}$$

حيث θ_{i+1} الأفصول الزاوي للنقطة M_{i+1} عند اللحظة t_{i+1}

و θ_{i-1} الأفصول الزاوي للنقطة M_{i-1} عند اللحظة t_{i-1}

حسب العلاقة السابقة : $\omega = \frac{\Delta\theta}{\Delta t}$ عندما يؤول Δt الى 0 فإن $\frac{\Delta\theta}{\Delta t}$ يؤول الى $\frac{d\theta}{dt}$ أي مشتقة الأفصول الزاوي بالنسبة للزمن.

- تعريف : السرعة الزاوية اللحظية للنقطة M عند اللحظة t هي المشتقة بالنسبة للزمن للأفصول الزاوي لهذه النقطة

$$\omega = \dot{\theta} = \frac{d\theta}{dt}$$

وحدته قياسها هي $rad.s^{-1}$

- العلاقة بين السرعة الزاوية و الخطية :

لدينا : $S = R.\theta$ حيث R=cte ومنه : $\frac{dS}{dt} = R.\frac{d\theta}{dt}$ يعني :

$$V = R.\omega$$

3 التسارع الزاوي $\ddot{\theta}$

-التسارع الزاوي يرمز له ب α أو $\ddot{\theta}$ هو مشتقة السرعة الزاوية ω بالنسبة للزمن :

$$\alpha = \frac{d\omega}{dt} = \frac{d^2\theta}{d^2 t} = \ddot{\theta}$$

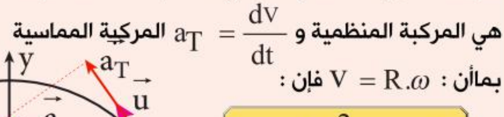
وحدة قياسه هي $rad.s^{-2}$

يمكن أيضا الاعتماد العلاقة اسفله لحساب التسارع الزاوي بين لحظتين :

$$\ddot{\theta} = \frac{\dot{\theta}_{i+1} - \dot{\theta}_{i-1}}{t_{i+1} - t_{i-1}}$$

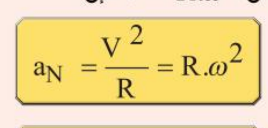
التسارع الزاوي في معلم فريني : $(M, \vec{u}, \vec{n})$

لدينا : $\vec{a} = \overrightarrow{a_T} + \overrightarrow{a_N} = a_T\,\vec{u} + a_N\,\vec{n}$ حيث : $a_N = \frac{V^2}{R}$



هي المركبة المنظمية و $a_T = \frac{dV}{dt}$ المركبة المماسية

بماأن : $V = R.\omega$ فإن :



$$a_N = \frac{V^2}{R} = R.\omega^2$$

$$a_T = \frac{dV}{dt} = R\ddot{\theta}$$

الأستاذ : عمار بناني ، جهة بني ملال خنيفرة

optimus.227405@gmail.com

Omar PC

حركة دوران جسم صلب حول محور ثابت

II عزم القصور لجسم صلب

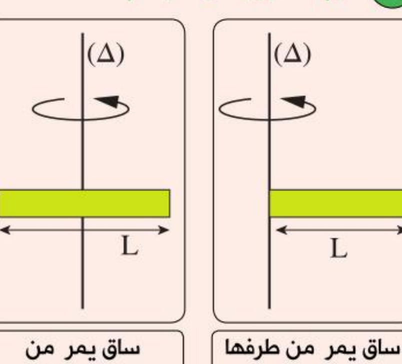
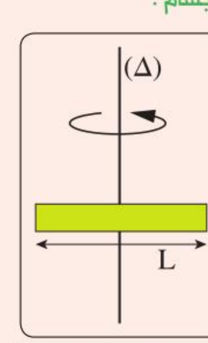
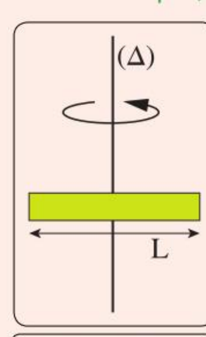
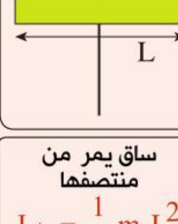
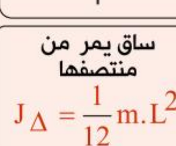
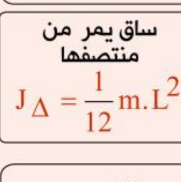
1 تعريف

عزم القصور مقدار يميز مدى مقاومة الجسم لحركة الدوران ويتعلق بكتلته و بشكله الهندسي يعني كيفية توزيع المادة حول محورالدوران، تعبيره هو :

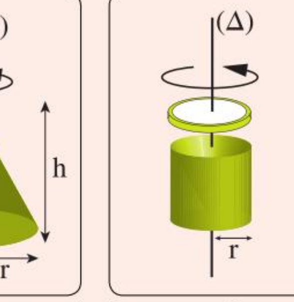
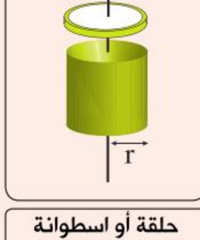
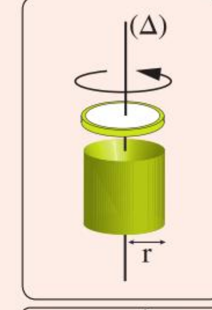
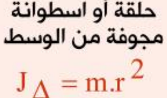
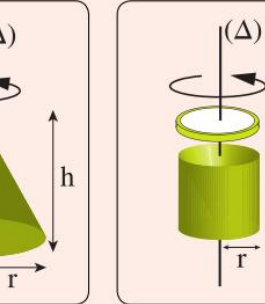
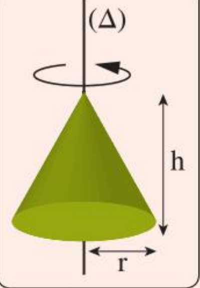
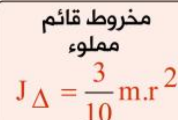
$$J_\Delta = \sum m_i . r_i^2$$

وحدته في النظام العالمي للوحدات هي: $kg.m^2$.

2 عزم القصور بعض الأجسام .

ساق يمر من طرفها	ساق يمر من منتصفها	فلكة أو كرة مملوءة
$J_\Delta = \frac{1}{3} m.L^2$	$J_\Delta = \frac{1}{12} m.L^2$	$J_\Delta = \frac{2}{5} m.r^2$

قرص أو اسطوانة مملوءة	حلقة أو اسطوانة مجوفة من الوسط	مخروط قائم مملوء
$J_\Delta = \frac{1}{2} m.r^2$	$J_\Delta = m.r^2$	$J_\Delta = \frac{3}{10} m.r^2$

III العلاقة الأساسية للديناميك الخاصة بالدوران

1 تذكير : عزم قوة

تذكير : عزم قوة $\vec{F}$ بالنسبة لمحور (Δ) متعامد مع خط تأثيرها هو جداء الشدة F لهذه القوة و المسافة d التي تفصل المحور (Δ) عموديا على خط تأثير القوة.

إذا كان اتجاه $\vec{F}$ يوازي او يتقاطع مع (Δ) فإن عزم القوة منعدم.

$$M_\Delta(\vec{F}) = \pm F.d$$

العزم مقدار جبري. يتم تحديد إشارته حسب المنحى الإعتباطي الذي نختاره، وحدة قياسه هي : N.m

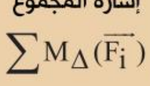
2 العلاقة الأساسية للديناميك.

في معلم غاليلي يساوي المجموع الجبري لعزوم القوى المطبقة على جسم صلب في دوران حول محور ثابت (Δ) جذاء عزم لقصور J_Δ والتسارع الزاوي $\ddot{\theta}$ لهذا الجسم :

$$\sum M_\Delta(\vec{F_i}) = J_\Delta . \ddot{\theta}$$

حالات خاصة :

- إذا كان مجموع عزوم القوى منعدما فإن $\ddot{\theta}$ منعدم أي الدوران منتظم،
- إذا كان مجموع عزوم القوى ثابت فإن $\ddot{\theta}$ =cte أي الدوران متغير بانتظام .



إشارة المجموع $\sum M_\Delta(\vec{F_i})$

$\sum M_\Delta(\vec{F_i}) = 0$	$\sum M_\Delta(\vec{F_i}) > 0$	$\sum M_\Delta(\vec{F_i}) < 0$
حركة الدوران منتظمة	حركة الدوران متسارعة بانتظام	حركة الدوران متباطئة بانتظام

IV الحركة الدائرية المتغيرة بانتظام

الحركة الدائرية المتغيرة بإنتظام هي التي يكون مسارها دائري وتسارعها الزاوي ثابت $\ddot{\theta}$=cte يعني : $\frac{d\omega}{dt} = \ddot{\theta} = cte$ و اعتمادا على التكامل و الشروط البدئية حيث عند t=0 لدينا : $\omega=\omega_0$ نجد : $\omega = \ddot{\theta}t + \omega_0$

يعني : $\frac{d\theta}{dt} = \ddot{\theta}t + \omega_0$ و اعتمادا على التكامل و الشروط البدئية حيث عند t=0 لدينا : $\theta=\theta_0$ نجد : $\theta = \frac{1}{2}\ddot{\theta}t^2 + \omega_0.t + \theta_0$

إذا كان التسارع $\ddot{\theta}$ منعدم فإن الحركة دائرية منتظمة.

حركة دوران جسم صلب حول محور ثابت

خلاصة :

	دوران منتظم	دوران متغير بانتظام
التسارع الزاوي	$\ddot{\theta} = 0$	$\ddot{\theta} = cte$
السرعة الزاوية	$\omega = cte = \omega_0$	$\omega = \ddot{\theta}t + \omega_0$
الافصول الزاوي	$\theta = \omega t + \theta_0$	$\theta = \frac{1}{2}\ddot{\theta}t^2 + \omega_0 .t + \theta_0$
التسارع	$a_N = r.\omega_0^2$ $a_T = 0$	$a_N = \frac{V^2}{R} = R.\omega^2$ $a_T = \frac{dV}{dt} = R\ddot{\theta}$

V تطبيقات

1 تطبيق رقم 1

نعتبر مجموعة ميكانيكية (S) مكونة من :

-بكرة متجانسة (P) شعاعها r و كتلتها m_0 قابلة للدوران حول محورها (Δ) الأفقي و الثابت.

- جسم صلب (C) كتلته m على مستوى مائل بزاوية α .

- خيط (f) غير قابل للامتداد و كتلته مهملة و ملفوف حول مجرى بكرة و طرفه الأخر مشدود بالجسم (C) :

نحرر المجموعة فينزلق الجسم (C) نحو الأسفل.

عبر عن a تسارع المجموعة بدلالة g ، α ، m ، m_0 ؟

الحل :

المرحلة 1 :

الجسم المدروس : الجسم (C).

جرد القوى المطبقة على C :

$\vec{P'}$: وزن الجسم C ، $\vec{R'}$: قوة السطح المائل ، $\vec{T'}$: قوة الخيط

- حسب القانون الثاني لنيوتن :

لدينا : $\sum \vec{F}ext = m.\vec{a}$ يعني : $\vec{P}' + \vec{R}' + \vec{T}' = m.\vec{a}$

باسقاط العلاقة المتجهية على المحور (Ox) لدينا :

$P'_x + R'_x + T'_x = m.a_x = m.a$ لأن $a_y = a_z = 0$

يعني : $m.g.\sin(\alpha) + 0 - T' = m.a$ ، بماأن الخيط غير قابل للأمتداد فإن : $T = T'$ ومنه : $m.g.\sin(\alpha) + 0 - T = m.a$

وبالتالي : $T = m.g.\sin(\alpha) - m.a \quad (1)$

المرحلة 2 :

الجسم المدروس : البكرة (P).

جرد القوى المطبقة على P :

$\vec{P}$: وزن الجسم C ، $\vec{R}$: قوة السطح المائل ، $\vec{T}$: قوة الخيط

- حسب العلاقة الاساسية للديناميك لجسم في حالة دوران :

لدينا : $\sum M_\Delta(\vec{F}ext) = J_\Delta .\ddot{\theta}$

يعني : $M_\Delta(\vec{P}) + M_\Delta(\vec{R}) + M_\Delta(\vec{T}) = J_\Delta .\ddot{\theta}$

لدينا : $M_\Delta(\vec{P}) + M_\Delta(\vec{R}) = 0$ لأن اتجاه القوتان $\vec{P}$ و $\vec{R}$ يتقاطعان مع المحور (Δ). وباعتبار المنحى الموجب لدوران البكرة، يكون تعبير عزم القوة $\vec{T}$ بالنسبة لمحور الدوران هو : $M_\Delta(\vec{T}) = +T.r$ ومنه :

$T.r = J_\Delta .\ddot{\theta}$ ومنه فإن : $T = \frac{J_\Delta .\ddot{\theta}}{r}$.

ولدينا : $a = r.\ddot{\theta}$ لأن الخيط لا ينزلق على البكرة،ولدينا $J_\Delta = \frac{1}{2} m_0 .r^2$

ومنه تعبير T هو : $T = \frac{J_\Delta .\ddot{\theta}}{r} = \frac{\frac{1}{2} m_0 .r^2 .\frac{a}{r}}{r} = \frac{m_0 .a}{2} \quad (2)$

ومن (1) و (2) نستنتج : $\frac{m_0 .a}{2} = m.g.\sin(\alpha) - m.a$

يعني : $m.a + \frac{m_0 .a}{2} = m.g.\sin(\alpha)$

يعني : $m a(1 + \frac{m_0}{2m}) = m.g.\sin(\alpha)$

ومنه فإن التسارع هو :

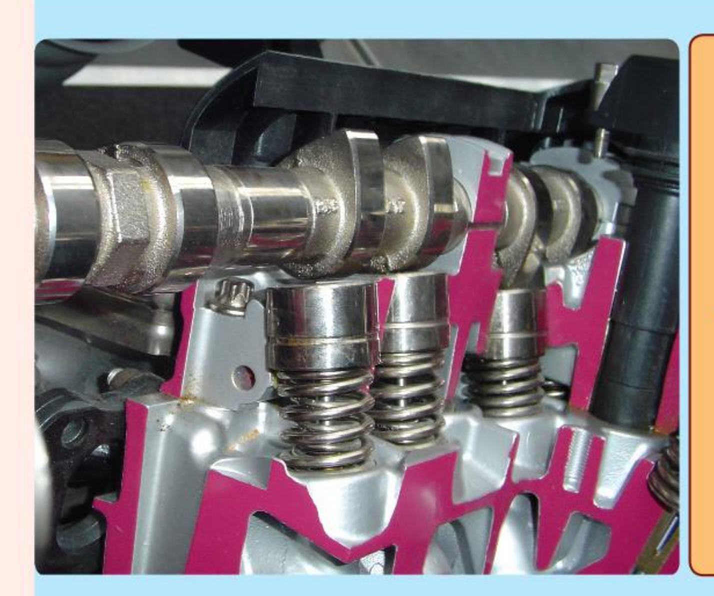
$$a = \frac{g.\sin(\alpha)}{(1 + m_0 / 2m)}$$

نلاحظ أن a=cte ومنه فإن حركة الجسم (C) متغيرة بانتظام.





المجموعات الميكانيكية المتذبذبة



المحتوى

- -تقديم مجموعات ميكانيكية متذبذبة : النواس الوازن والنواس البسيط ونواس اللي والمجموعة (جسم صلب - نابض) في ذبذبات حرة : موضع التوازن، الوسع، الدور الخاص ، خمود الذبذبات.
- المجموعة المتذبذبة (جسم صلب - نابض) : قوة الارتداد المطبقة من طرف نابض - المعادلة التفاضلية لحركة جسم صلب في حالة إهمال الاحتكاكات - الدور الخاص - الخمو د.
- نواس اللي : مزدوجة الارتداد - المعادلة التفاضلية في حالة الاحتكاكات المهملة - الدور الخاص - الخمود.
- النواس الوازن : المعادلة التفاضلية - الدور الخاص - الخمو د
- ظاهرة الرنين : التقديم التجريبي للظاهرة - المثير - الرنان - وسع ودور الذبذبات - تأثير الخمود-أمثلة للرنين الميكانيكي.

المعارف والمهارات المستهدفة

تعرف المتذبذبات الميكانيكية التالية : النواس الوازن والنواس البسيط ونواس اللي والنواس المرن (المجموعة : جسم صلب + نابض) - معرفة المفاهيم التالية : الحركة التذبذبية-الحر كة الدورية-و سع الحر كة-موضع التوازن-الدور لخاص
-تعرف الذبذبات الحرة - تعرف خمود الذبذبات ومختلف أصنافه وأنظمته.
-معرفة أن الدور الخاص يقارب شبه الدور في حالة الخمود الضعيف (نظام شبه دوري) - معرفة مميزات قوة الارتداد المطبقة من طرف نابض على جسم صلب في حركة - استغلال مخطط المسافات $x = f(t)$

- تطبيق القانون الثاني لنيوتن لإثبات المعادلة التفاضلية وطبيعة حركة الجسم الصلب - تعرف حل المعادلة التفاضلية وطبيعة حركة الجسم الصلب - معرفة مدلول المقادير الفيزيائية الواردة في تعبير المعادلة الزمنية وتحديدها انطلاقا من الشروط البدئية
- معرفة وتطبيق تعبير الدور الخاص والتردد الخاص للمجموعة المتذبذبة: (جسم صلب- نابض) - تحديد صنفي الخمو د (الصلب والمائع) انطلاقا من أشكال مخططات المسافات $x = f(t)$
-معرفة تعبير مزدوجة الارتداد المطبقة من طرف سلك اللي على جسم صلب في حركة.

←

- تطبيق القانون الثاني لنيوتن لإثبات المعادلة التفاضلية لحركة نواس اللي في حالة الاحتكاكات المهملة
- تعرف حل المعادلة التفاضلية و طبيعة حركة نواس اللي - معرفة مدلول المقادير الفيزيائية الواردة في تعبير المعادلة الزمنية و تحديدها انطلاقا من الشروط البدئية - معرفة وتطبيق تعبير الدور الخاص والتردد الخاص لنواس اللي
- استغلال المخطط $\theta = f(t)$ لتحديد المقادير المميزة لحركة النواس - تحديد صنفي الخمود (الصلب والمائع) انطلاقا من أشكال المخططات $\theta = f(t)$
- تطبيق القانون الثاني لنيوتن لإثبات المعادلة التفاضلية لحركة النواس الوازن في حالة الاحتكاكات المهملة والذبذبات الصغيرة
- تعرف حل المعادلة التفاضلية وطبيعة حركة النواس الوازن .
- استغلال مخطط $\theta = f(t)$ لتحديد المقادير المميزة لحركة النواس الوازن
- تعرف النواس البسيط المتواقت للنواس الوازن - معرفة تعبير الدور الخاص للنواس البسيط - تعرف المثير والرنان وظاهرة الرنين الميكانيكي
- معرفة ظروف حدوث الرنين الميكانيكي : دور المثير يقارب الدور الخاص للرنان - تعرف تاثير الخمود على أنظمة الرنين.

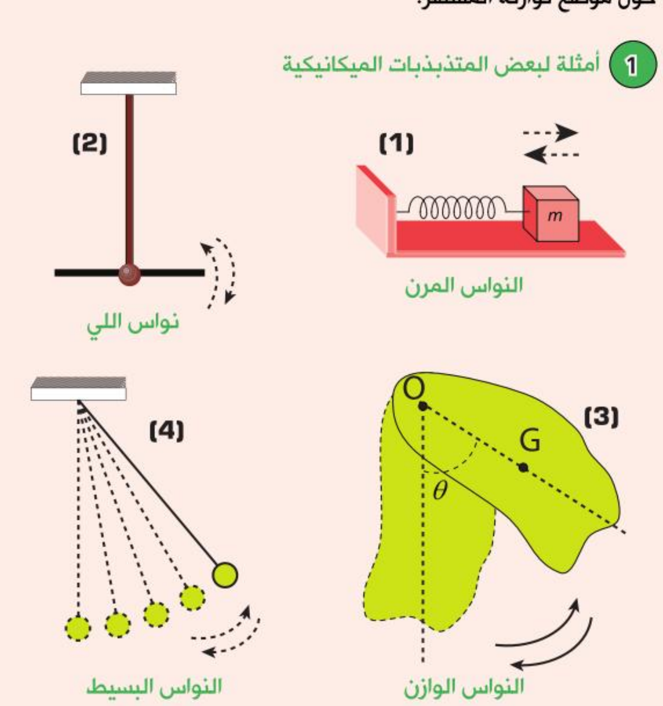


المجموعات الميكانيكية المتذبذبة

I تقديم المجموعات الميكانيكية المتذبذبة

المتذبذب الميكانيكي هو جسم ينجز حركة تذبذبية أي حركة ذهاب و إياب حول موضع توازنه المستقر.

1 أمثلة لبعض المتذبذبات الميكانيكية



-النواس المرن : أو المجموعة جسم صلب- نابض يتكون من جسم صلب كتلته m ، مرتبط بأحد طرفي نابض ذي لفات غير متصلة، صلابته K ، وكتلته مهملة (الشكل (1)).

- نواس اللي : يتكون من سلك فلزي رأسي، أحد طرفيه مثبت، ومحوره (Δ) يمر من مركز قصور القضيب المعلق في الطرف الآخر (الشكل (2)).

- النواس الوازن : هو جسم صلب يمكنه أن يتذبذب حول محور (Δ) أفقي ثابت، ولا يمر بمركز قصوره(الشكل (3)).

- النواس البسيط : يتكون من جسم صلب ذو أبعاد صغيرة، كتلته m ، يتأرجح على مسافة ثابتة من محور أفقي ثابت (الشكل (4)).

2 الحركة التذبذبية ومميزاتها

الحركة التذبذبية : الحركة التذبذبية هي حركة دهاب وإياب حول موضع معين ، وهي حركة تميز المتذبذبات الميكانيكية .

موضع التوازن المستقر : موضع التوازن المستقر لمتذبذب ميكانيكي هو الموضع الذي إذا زُحزِحَ عنه المتذبذب يعود إليه ليستقر فيه .

أنواع الحركة التذبذبية هي :



- الحركة التذبذبية الحرة : هي التي ينجزها متذبذب ميكانيكي دون اكتساب طاقة ما من المحيط الخارجي بعد إحداث حركته .

- الحركة التذبذبية المصانة : هي التي ينجزها المتذبذب وذلك بتعويض الطاقة المفقودة خلال التذبذبات بواسطة جهاز خارجي . مثال الساعة الحائطية .

الحركة التذبية القسرية : عندما تفرض مجموعة ميكانيكة تسمى بالمثير تردد معين لذبذبات على المجموعة المتذبذبة والتي تسمى بالرنان .

وسع الحركة : وسع الحركة لمتذبذب ميكانيكي هو القيمة القصوى الموجبة التي يأخدها المقدار الذي يعبر عن مدى إبتعاد أو إنحراف المتذبذب عن موضع توازنه المستقر (بالنسبة للنواس الوازن والنواس البسيط ونواس اللي نستعمل الأفصول الزاوي θ_m ، بالنسبة للنواس المرن ، نستعمل الأفصول الخطي X_m).

الدور الخاص لمتذبذب ميكانيكي حر وغير مخمد ، هو المدة الزمنية T_0 التي تفصل مرورين متتاليين للمتذبذب من موضع توازنه المستقر في نفس المنحى ، وحدته في النظام العالمي للوحدات هي الثانية (s) .

التردد الخاص لحركة تذبذبية : يساوي عدد الذبذبات في الثانية و تعبيره هو : $(N_0 = 1/T_0)$ وحدة قياسه هي الهيرتز (Hz).

الذبذبة هي حركة ذهاب و إياب حول موضع التوازن المستقر.

3 خمود الذبذبات الميكانيكية

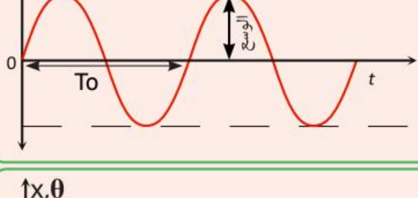
عند إزاحة متذبذب ميكانيكي عن موضع توازنه المستقر و تحريره، نلاحظ أن وسع التذبذبات يتناقص إلى أن يتوقف المتذبذب عن الحركة. تسمى هذه الظاهرة بظاهرة الخمود.

تحدث ظاهرة الخمود بسبب الإحتكاكات التي يمكن تصنيفها إلى صنفين:

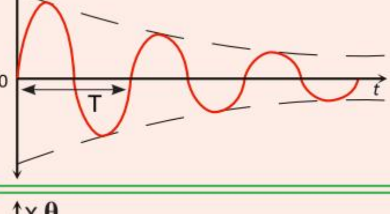
- احتكاكات مائعة، تحدث عند تماس المتذبذب مع جسم مائع (سائل أو غاز).
- احتكاكات صلبة، تحدث عند تماس المتذبذب مع جسم صلب. في هذه الحالة يتناقص الوسع خطيا. و يكون $T \approx T_0$

أنظمة الخمود :

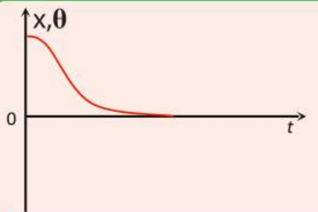
نظام دوري: الوسع يبقى ثابت، بحيث تكون الاحتكاكات مهملة مع الوسط الخارجي (حالة مثالية)



نظام شبه دوري: في هذه الحالة تكون حركة المتذبذب الميكانيكي شبه دورية ، لها شبه دور T يقارب الدور الخاص To (الاحتكاكات ضعيفة)



نظام لادوري : في هذه الحالة تكون حركة المتذبذب لادورية (الاحتكاكات مهمة)



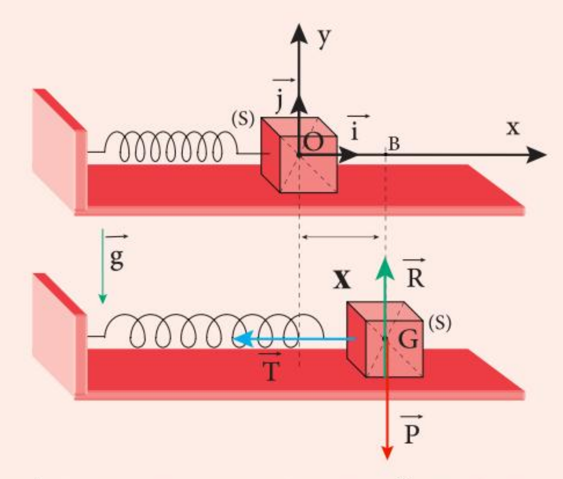
الأستاذ : عمار بناني ، جهة بني ملال خنيفرة
optimus.227405@gmail.com
Omar PC



المجموعات الميكانيكية المتذبذبة

II دراسة مجموعات ميكانيكية متذبذبة

1 النواس المرن (أو المجموعة جسم صلب- نابض)



نعتبر نواسا مرنا في وضع أفقي. عندما يكون النابض حرا يحتل مركز ثقله الموضع O أصل المعلم ويكون طول النابض هو L_0 ، وعندما يكون مضغوطا أو مطالا يحتل مركز ثقله الموضع B ويكون طول النابض هو L ، في هذه الحالة، يطبق النابض على الجسم قوة ارتداد $\vec{T}$ تسعى إلى إرجاع الطرف الحر للنابض إلى وضعه البدئي.

يعبرعن قوة الارتداد ب : $\vec{T}=-k.x.\vec{i}$ حيث x هي اطالة النابض $x=L-L_0$

و k صلابة النابض وحدة قياسها هي $N.m^{-1}$

الجسم المدروس : الجسم الصلب (S)

$\vec{P}$: وزن الجسم S ، $\vec{R}$: قوة السطح الافقي ، $\vec{T}$: قوة ارتداد النابض

- حسب القانون الثاني لنيوتن :

لدينا : $\sum \vec{F}_{ext}=m.\vec{a}$ يعني : $\vec{P}+\vec{R}+\vec{T}=m.\vec{a}$

باسقاط هذه العلاقة المتجهية على المحور (Ox) لدينا : $0+0+T=m.a$

يعني : $-k.x=m.a$ ومنه : $m.a+k.x=0$ يعني : $a+\frac{k}{m}.x=0$

وحيث التسارع a هو : $a=\frac{d^2x}{dt}=\ddot{x}$ المعادلة تصبح :

$$\ddot{x}+\frac{k}{m}.x=0$$

وهي المعادلة التفاضلية لحركة الجسم الصلب (S). وهي معادلة على شكل $\ddot{x}+\omega_0^2.x=0$ ، حيث ω_0 هو النبض الخاص للحركة ($\omega_0=2\pi/T_0$).

حل المعادلة التفاضلية السابقة يكتب على الشكل التالي: $x(t)=X_m.\cos(\omega_0 t+\varphi)$

حيث Xm هو وسع الحركة و $\omega_0 t+\varphi$ طور الحركة التذبذبية، و φ هو الطور عند اللحظة t=0 و النبض الخاص هو $\omega_0=\frac{2\pi}{T_0}$ حيث T_0 هو الدور الخاص للحركة.

تعبير الدور الخاص T_0

لدينا تعبير المعادلة التفاضلية هو $\ddot{x}+\frac{k}{m}.x=0$ أو $\ddot{x}+\omega_0^2.x=0$

أي $\omega_0^2=\frac{k}{m} \Leftrightarrow \omega_0=\sqrt{\frac{k}{m}}$ وبماأن : $\omega_0=\frac{2\pi}{T_0}$ فإن تعبير الدور الخاص هو :

$$T_0=2\pi\sqrt{\frac{m}{k}}$$

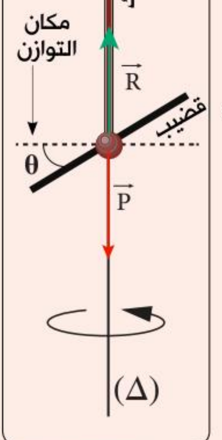
لدينا حسب تعبير الدور الخاص : $T_0^2=4\pi^2.\frac{m}{k}$ و منه عندما يكون k ثابتا (نحتفظ بنفس النابض و نغير الكتلة) يكبر دور التذبذبات T0 عندما تكبر الكتلة m ، وعندما تكون m ثابتة (نحتفظ بنفس الكتلة و نغير النابض) يكبر دور التذبذبات T0 عندما تصغر صلابة النابض k . (يمكن حساب الدور الخاص T0 اعتمادا على تعبير $x(t)$ و $\ddot{x}(t)$ والتعويض في المعادلة التفاضلية)

تعبير التردد الخاص f_0

لدينا : $f_0=1/T_0$ و $T_0=2\pi\sqrt{\frac{m}{k}}$ و منه تعبير التردد الخاص هو :

$$f_0=\frac{1}{2\pi}\sqrt{\frac{k}{m}}$$

2 نواس اللي



يتكون نواس اللي من قضيب معلق من مركز قصوره G بأحد طرفي سلك معدني ، ندير القضيب أفقيا حول المحور (Δ) ثم نحرره ، يعود القضيب إلى مكان توازنه البدئي مما يدل على أن السلك الملتوي يطبق على القضيب مزدوجة الإرتداد أو اللي عزمها هو :

$M_C=-C.\theta$ حيث C هي ثابتة لي السلك وحدتها هي : $N.m.rad^{-1}$ و θ زاوية اللي ووحدتها هي rad .

- الجسم المدروس : القضيب .
- جرد القوى المطبقة على القضيب :
  - مزدوجة اللي التي عزمها : M_C
  - وزن القضيب : $\vec{P}$
  - تأثير السلك : $\vec{R}$



لدينا حسب العلاقة الاساسية للديناميك لجسم في دوران :

$$\sum M_\Delta(\vec{F_i})=J_\Delta.\ddot{\theta}$$

يعني : $M_C+M_\Delta(\vec{P})+M_\Delta(\vec{R})=J_\Delta.\ddot{\theta}$



المجموعات الميكانيكية المتذبذبة

لدينا : $M_\Delta(\vec{P})+M_\Delta(\vec{R})=0$ لأن اتجاه القوتان $\vec{P}$ و $\vec{R}$ يتقاطعان مع محور الدوران (Δ) ومنه المعادلة الأخيرة تصبح : $-C.\theta = J_\Delta.\ddot{\theta}$

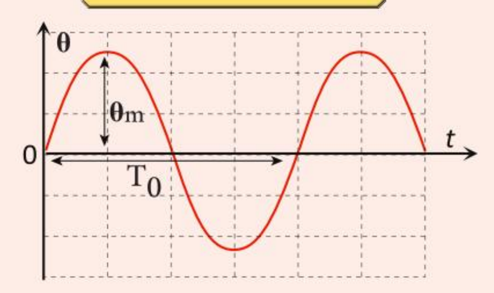
يعني : $J_\Delta.\ddot{\theta}+C.\theta=0$ ومنه :

$$\ddot{\theta}+\frac{C}{J_\Delta}.\theta=0$$

وهي المعادلة التفاضلية لحركة القضيب. وهي معادلة على شكل $\ddot{\theta}+\omega_0^2.\theta=0$ ، حيث ω_0 هو النبض الخاص للحركة $(\omega_0=2\pi/T_0)$.

حل المعادلة التفاضلية السابقة يكتب على الشكل التالي:

$$\theta(t)=\theta_m.\cos(\omega_0 t+\varphi)$$



حيث θ_m هو وسع الحركة و $\omega_0 t+\varphi$ طور الحركة التذبذبية، و φ هو الطور عند اللحظة t=0 و النبض الخاص هو $\omega_0=\frac{2\pi}{T_0}$ حيث T_0 هو الدور الخاص للحركة.

تعبير الدور الخاص T_0

لدينا : $\theta(t)=\theta_m.\cos(\omega_0 t+\varphi)$ أي $\dot{\theta}(t)=-\omega.\theta_m.\sin(\omega_0 t+\varphi)$

ومنه : $\ddot{\theta}(t)=-\omega^2.\theta_m.\cos(\omega_0 t+\varphi)=-\omega_0^2.\theta(t)$

وبتعويض ذلك في المعادلة التفاضلية : $\ddot{\theta}+\frac{C}{J_\Delta}.\theta=0$

نجد : $-\omega_0^2.\theta(t)+\frac{C}{J_\Delta}\theta(t)=0$ يعني : $-\omega_0^2+\frac{C}{J_\Delta}=0$

ومنه : $\omega_0^2=\frac{C}{J_\Delta}$ يعني : $\omega_0=\sqrt{\frac{C}{J_\Delta}}=\frac{2\pi}{T_0}$ ومنه تعبير الدور الخاص T0 هو :

$$T_0=2\pi\sqrt{\frac{J_\Delta}{C}}$$

تعبير التردد الخاص f_0

لدينا : $f_0=1/T_0$ و $T_0=2\pi\sqrt{\frac{C}{J_\Delta}}$ و منه تعبير التردد الخاص هو :

$$f_0=\frac{1}{2\pi}\sqrt{\frac{C}{J_\Delta}}$$

3 النواس الوازن

النواس الوازن عبارة عن جسم صلب (S) ذي كتلة m متحرك حول محور (Δ).

في معلم مرتبط بالأرض ندرس حركة النواس الذي عزم قصوره J_Δ بالنسبة للمحور (Δ)

نعلم موضع الجسم (S)، في كل لحظة، بأفصوله الزاوي θ التي يكونها OG مع المحور [Oz].



- الجسم المدروس : الجسم (S).
- جرد القوى المطبقة على الجسم (S) :

$\vec{P}$: وزن الجسم S ، $\vec{R}$: القوة المطبقة من طرف المحور (Δ)

حسب العلاقة الاساسية للديناميك للجسم في حالة دوران حول محور ثابت

لدينا : $\sum M_\Delta(\vec{F_i})=J_\Delta.\ddot{\theta}$ يعني : $M_\Delta(\vec{R})+M_\Delta(\vec{P})=J_\Delta.\ddot{\theta}$

لدينا $M_\Delta(\vec{R})=0$ و لدينا : $M_\Delta(\vec{P})=-P.HG=-m.g.HG$

يعني : $M_\Delta(\vec{P})=-m.g.d.\sin(\theta)$ إذن $-m.g.d.\sin(\theta)=J_\Delta.\ddot{\theta}$

يعني : $J_\Delta.\ddot{\theta}+m.g.d.\sin(\theta)=0$ ومنه : $\ddot{\theta}+\frac{m.g.d}{J_\Delta}.\sin(\theta)=0$

وهي المعادلة التفاضلية لحركة الجسم (S). بحيث إذا كانت الزاوية θ صغيرة فإن $\sin(\theta)=\theta$ ومنه المعادلة التفاضلية تصبح على شكل :

$$\ddot{\theta}+\frac{m.g.d}{J_\Delta}.\theta=0$$

وهي معادلة على شكل $\ddot{\theta}+\omega_0^2.\theta=0$، حيث ω_0 هو النبض الخاص للحركة. حل المعادلة السابقة يكتب على الشكل التالي:

$$\theta(t)=\theta_m.\cos(\omega_0 t+\varphi)$$

حيث θ_m هو وسع الحركة و $\omega_0 t+\varphi$ طور الحركة التذبذبية، و φ هو الطور عند اللحظة t=0 و النبض الخاص هو $\omega_0=\frac{2\pi}{T_0}$ حيث T_0 هو الدور الخاص للحركة.

تعبير الدور الخاص T_0

لدينا حسب تعبير المعادلة التفاضلية : $\omega_0^2=\frac{m.g.d}{J_\Delta}$ يعني :

$\omega_0=\sqrt{\frac{m.g.d}{J_\Delta}}=\frac{2\pi}{T_0}$ ومنه :

$$T_0=2\pi\sqrt{\frac{J_\Delta}{m.g.d}}$$

المجموعات الميكانيكية المتذبذبة

تعبير التردد الخاص f_0

لدينا : $f_0 = 1/T_0$ و $T_0 = 2\pi\sqrt{\frac{J_\Delta}{m.g.d}}$ و منه تعبير التردد الخاص هو :

$$f_0 = \frac{1}{2\pi}\sqrt{\frac{m.g.d}{J_\Delta}}$$

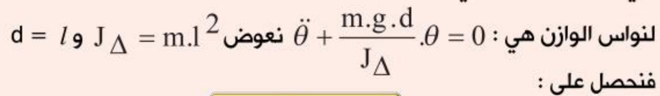
4 النواس البسيط

النواس البسيط هو حالة خاصة و بسيطة للنواس الوازن. وهو عبارة عن نقطة مادية كتلتها m تتأرجح على مسافة $d = l$ معلقة بخيط غير مدود كتلته مهملة .

عزم قصور النواس البسيط بالنسب للمحور (Δ) هو :

$$J_\Delta = m.l^2$$

في حالة الذبذبات الصغيرة لدينا المعادلة التفاضلية



لنواس الوازن هي : $\ddot{\theta} + \frac{m.g.d}{J_\Delta}.\theta = 0$ نعوض $J_\Delta = m.l^2$ و $d = l$ فنحصل على :

$$\ddot{\theta} + \frac{g}{l}.\theta = 0$$

وهي المعادلة التفاضلية لحركة النواس البسيط . وهي معادلة على شكل $\ddot{\theta} + \omega_0^2.\theta = 0$ ، حيث ω_0 هو النبض الخاص للحركة $(\omega_0 = 2\pi / T_0)$.

حل المعادلة التفاضلية السابقة يكتب على الشكل التالي:

$$\theta(t) = \theta_m.\cos(\omega_0 t + \varphi)$$

تعبير الدور الخاص T_0 والتردد الخاص f_0

لدينا حسب تعبير المعادلة التفاضلية : $\omega_0^2 = \frac{g}{l}$ يعني :

ومنه : $\omega_0 = \sqrt{\frac{g}{l}} = \frac{2\pi}{T_0}$

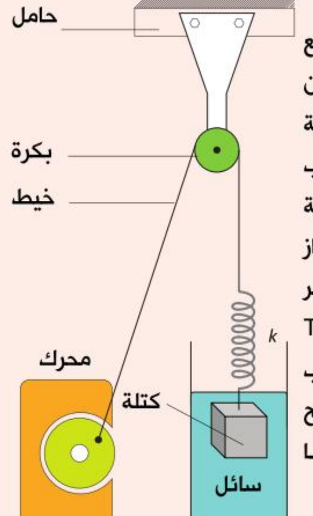
$$T_0 = 2\pi.\sqrt{\frac{l}{g}}$$

لدينا : $f_0 = 1/T_0$ و منه تعبير التردد الخاص هو :

III ظاهرة الرنين الميكانيكي

1 الذبذبات القسرية

تخمد حركة المتذبذبات الميكانيكية مع الزمن بفعل الاحتكاكات التي لا يمكن تجاهلها في الواقع و لصيانة حركة هذه المتذبذبات يتم تجميع المتذبذب مع جهاز ملائم يمنحه الطاقة اللازمة (مثلا محرك)، حيث نسمي الجهاز المستعمل بالمثير، إذ يفرض هذا الأخير على المتذبذب حركة جيبية دورها T_e (ذبذبات قسرية)، و نسمي المتذبذب ذو الدور الخاص T_0 بالرنان. فتصبح هذه الأخيرة تنجز ذبذبات قسرية دورها $T_0 = T_e$



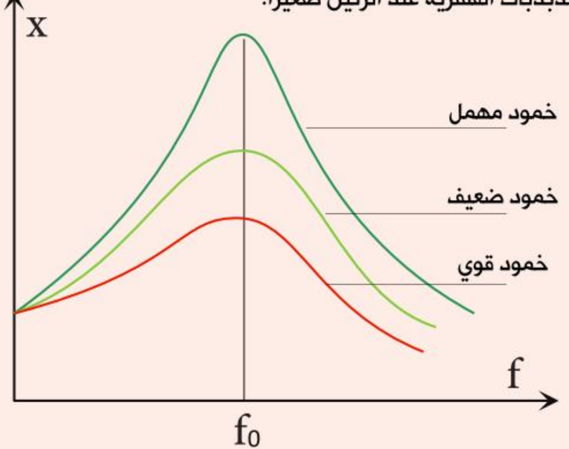
2 تعريف الرنين الميكانيكي .

يتم ربط المتذبذب الميكانيكي مع المثير(محرك) الذي يمنحه الطاقة اللازمة لكي تصير حركته مصونة ، وبذلك يصبح مجبرا على التذبذب بتردد يفرضه المثير عند تغيير تردد المثير نحصل على أقصى وسع لتذبذبات الرنان عندما نضبط تردد المثير (المحرك) على قيمة تساوي التردد الخاص للرنان : $f_e = f_0$ نقول أن المجموعة في حالة رنين.

2 تأثير الخمود على الرنين .

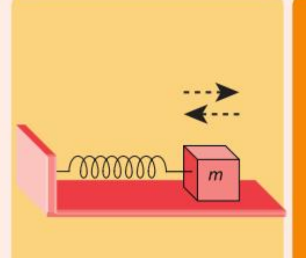
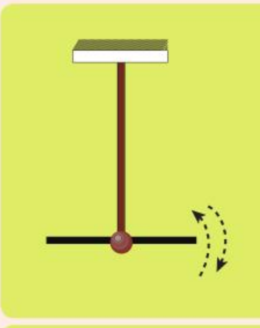
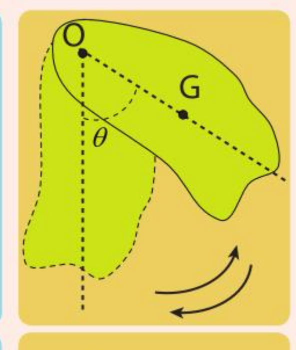
الرنين الحاد : كلما كان الخمود ضعيفا كلما كانت ظاهوة الرئين بارزة فنحصل على الرنين الحاد الذي يتجلى في كون وسع التذبذبات القسرية Xm يأخذ قيمة كبيرة عند الرنين .

الرنين الضبابي : في حالة الخمود القوي يكون الرنين ضبابيا بحيث يصبح وسع الذبذبات القسرية عند الرنين صغيرا.





المجموعات الميكانيكية المتذبذبة

	نواس مرن	نواس اللي	نواس وازن $(\theta<15)$	نواس بسيط $(\theta<15)$
المجموعة الميكانيكية المتذبذبة				
الاستطالة	افصول خطي x	افصول زاوي θ	افصول زاوي θ	افصول زاوي θ
معامل قصور المجموعة	m الكتلة	عزم القصور J_Δ	عزم القصور J_Δ	عزم القصور J_Δ $J_\Delta = m.l^2$
تأثير الارتداد	القوة المرنة $F = -k.x$	مزدوجة اللي ، عزمها $M_c = -C.\theta$	وزن النواس ، عزمه $M_p = -m.g.d.\theta$	وزن النواس ، عزمه $M_p = -m.g.l.\theta$
المعادلة التفاضلية المميزة	$\ddot{x} + \frac{k}{m}.x = 0$	$\ddot{\theta} + \frac{C}{J_\Delta}.\theta = 0$	$\ddot{\theta} + \frac{m.g.d}{J_\Delta}.\theta = 0$	$\ddot{\theta} + \frac{g}{l}.\theta = 0$
النبض الخاص	$\omega_0 = \sqrt{\frac{k}{m}}$	$\omega_0 = \sqrt{\frac{C}{J_\Delta}}$	$\omega_0 = \sqrt{\frac{m.g.d}{J_\Delta}}$	$\omega_0 = \sqrt{\frac{g}{l}}$
الدور الخاص	$T_0 = 2\pi\sqrt{\frac{m}{k}}$	$T_0 = 2\pi\sqrt{\frac{J_\Delta}{C}}$	$T_0 = 2\pi\sqrt{\frac{J_\Delta}{m.g.d}}$	$T_0 = 2\pi.\sqrt{\frac{l}{g}}$
التردد الخاص	$f_0 = \frac{1}{2\pi}\sqrt{\frac{k}{m}}$	$f_0 = \frac{1}{2\pi}\sqrt{\frac{C}{J_\Delta}}$	$f_0 = \frac{1}{2\pi}\sqrt{\frac{m.g.d}{J_\Delta}}$	$f_0 = \frac{1}{2\pi}\sqrt{\frac{g}{l}}$
المعادلة الزمنية	$x(t) = X_m.\cos(\omega_0 t + \varphi)$	$\theta(t) = \theta_m.\cos(\omega_0 t + \varphi)$	$\theta(t) = \theta_m.\cos(\omega_0 t + \varphi)$	$\theta(t) = \theta_m.\cos(\omega_0 t + \varphi)$

الأستاذ : عمار بناني ، جهة بني ملال خنيفرة
optimus.227405@gmail.com
Omar PC



19 المظاهر الطاقية



المحتوى

- شغل قوة خارجية مطبقة من طرف نابض .
- طاقة الوضع المرنة .
- الطاقة الميكانيكية للمجموعة (جسم صلب - نابض)
- طاقة الوضع للي .
- الطاقة الميكانيكية لنواس اللي .
- الطاقة الميكانيكية للنواس الوازن .

المعارف والمهارات المستهدفة

- معرفة تعبير الشغل الجزئي لقوة .
- معرفة تعبير شغل قوة خارجية مطبقة من طرف نابض
- معر فة تعبير طاقة الو ضع المرنة و وحدتها .
- معرفة علاقة شغل قوة مطبقة من طرف نابض بتغير طاقة الو ضع المرنة و تطبيقها .
- معرفة تعبير الطاقة الميكانيكية للمجموعة (جسم صلب - نابض) و تطبيقه .
- استغلال انحفاظ وعدم انحفاظ الطاقة الميكانيكية للمجموعة (جسم صلب - نابض)
- استغلال مخططات الطاقة
- معرفة تعبير شغل مزدوجة اللي واستغلاله .
- معرفة تعبير طاقة الوضع للي وأستغلاله .
- معرفة علاقة شغل مزدوجة اللي بتغير طاقة الوضع للي وتطبيقها .
- معرفة تعبير الطاقة الميكانيكية لنواس اللي وتطبيقه .
- استغلال انحفاظ و عدم انحفاظ الطاقة الميكانيكية لنواس اللي .
- استغلال تعبير طاقة الوضع الثقالية والطاقة الحركية
- لتحديد الطاقة الميكانيكية للنواس الوازن .
استغلال انحفاظ الطاقة الميكانيكية للنواس الوازن.

الأستاذ : عمار بناني ، جهة بني ملال خنيفرة

optimus.227405@gmail.com
Omar PC

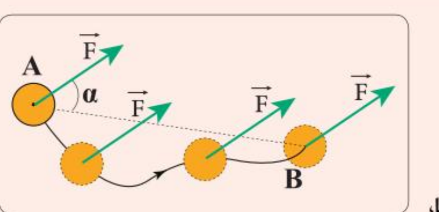


المظاهر الطاقية

I شغل قوة Travail d'une force

1 شغل قوة ثابتة

شغل قوة $\vec{F}$ مطبقة على جسم صلب في إزاحة مستقيمية يساوي الجداء السلمي لمتجهة القوة و متجهة انتقال نقطة تأثيرها، بحيث لايتعلق شغل قوة ثابتة بالمسار ، بل يتعلق بموضعيها البدئي A والنهائي B



$$W_{AB}(\vec{F}) = \vec{F}.\vec{AB}$$

$$W_{AB}(\vec{F}) = F.AB.\cos(\vec{F},\vec{AB})$$

$$W_{AB}(\vec{F}) = F.AB.\cos(\alpha)$$

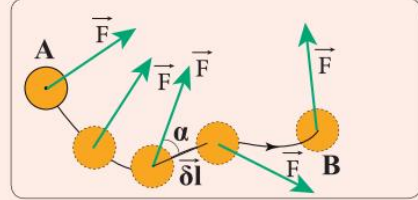
شغل محرك $W(\vec{F})=F.AB$ ، شغل مقاوم $W(\vec{F})=-F.AB$ ، $W(\vec{F})=0$

تذكير : شغل قوة ثابتة لجسم في حالة دوران حول محور ثابت (Δ) هو جداء عزم القوة $M_\Delta(\vec{F})$ في تغير الافصول الزاوي $\Delta\theta$

$$W_{AB}(\vec{F}) = M_\Delta(\vec{F}).\Delta\theta$$

2 الشغل الجزئي لقوة غير ثابتة

خلال انتقال جسم ما بين النقطتين A و B تحت تأثير قوة غير ثابتة فإن الشغل الجزئي للقوة $\vec{F}$ خلال انتقال جزئي $\vec{\delta l}$ هو :



$$\delta W(\vec{F}) = \vec{F}.\vec{\delta l}$$

يعني : $\delta W(\vec{F}) = F.\delta l.\cos(\alpha)$ الشغل الكلي للقوة $\vec{F}$ بين النقطتين A و B هو مجموع الاشغال الجزئية :

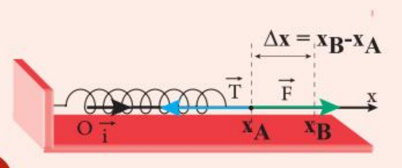
$$W_{AB}(\vec{F}) = \sum_A^B \delta W(\vec{F}) = \sum_A^B \vec{F}.\vec{\delta l}$$

إذا كان الانتقال الجزئي صغير جدا نعوض δ ب d فنحصل على :

$$W_{AB}(\vec{F}) = \int_A^B dW(\vec{F}) \leftarrow dW(\vec{F}) = \vec{F}.\vec{dl} = F.dl.\cos(\alpha)$$

3 شغل القوة الخارجية المطبقة على طرف نابض

نعتبر نابض لفاته غير متصلة ، كتلته مهملة وصلابته K ، تبت أحد طرفيه بحامل بينما الطرف الآخر طبقت عليه قوة خارجية $\vec{F}$



لدينا : $\vec{T} = -k.x.\vec{i}$ و حسب القانون الثالث لنيوتن لدينا : $\vec{F} = -\vec{T}$

ومنه : $\vec{F} = k.x.\vec{i}$

لنحسب شغل القوة الخارجية $\vec{F}$ المطبقة على طرف نابض بين A و B .

الطريقة التحليلية :

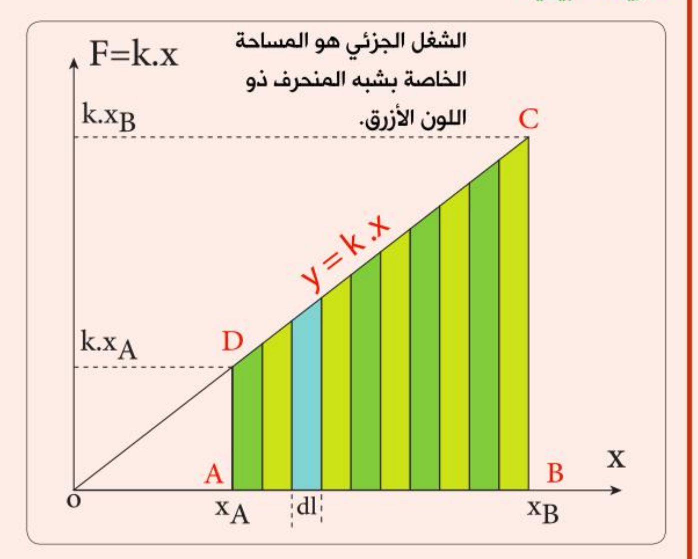
لدينا : $\vec{F} = k.x.\vec{i}$ ومنه فإن القوة $\vec{F}$ غير ثابتة ، شغلها الجزئي هو $dW(\vec{F}) = \vec{F}.\vec{dl}$ حيث : $\vec{dl} = dx.\vec{i}$ يعني : $dW(\vec{F}) = k.x.dx$

ومنه : $W_{AB}(\vec{F}) = \int_A^B dW(\vec{F}) = \int_A^B k.x.dx = \left[\frac{1}{2}k.x^2\right]_A^B$

وبالتالي :

$$W_{AB}(\vec{F}) = \frac{1}{2}k.x_B^2 - \frac{1}{2}k.x_A^2$$

الطريقة المبيانية :



المنحنى أعلاه يمثل تغير شدة القوة F بدلالة x.

كما رأينا : $W_{AB}(\vec{F}) = \int_A^B dW(\vec{F})$ و التكامل في الرياضيات بين A و B هو المساحة بين المحور (y=k.x) و محور الافاصيل حيث $x_A \le x \le x_B$

ومنه الشغل الكلي $W_{AB}(\vec{F})$ هو مساحة شبه المنحرف الملون ABCD

يعني :

$$W_{AB}(\vec{F}) = S_{ABCD} = S_{OBC} - S_{OAD}$$

$$W_{AB}(\vec{F}) = \frac{1}{2}k.x_B^2 - \frac{1}{2}k.x_A^2$$

$$W_{AB}(\vec{F}) = E_{pe}(B) - E_{pe}(A)$$

حيث $E_{pe}(A)$ هي طاقة الوضع المرنة في النقطة A و $E_{pe}(B)$ طاقة الوضع المرنة في B

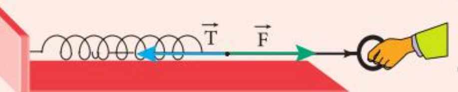
الأستاذ : عمار بناني ، جهة بني ملال خنيفرة
optimus.227405@gmail.com
Omar PC



المظاهر الطاقية

II الدراسة الطاقية للنواس المرن في وضع أفقي

1 طاقة الوضع المرنة



طاقة الوضع المرنة للنواس المرن في وضع أفقي هي الطاقة التي يختزنها هذا النواس من جراء تشويه النابض و يعبر عنها بالعلاقة :

$$E_{pe} = \frac{1}{2}k.x^2 + cte$$

وحدة قياس E_{pe} هي الجول (J) و k: صلابة النابض وحدتها هي $N.m^{-1}$ و x : اطالته حيث : $x(t) = Xm.\cos(\omega_0 t + \varphi)$ و التابثة cte تحدد اعتمادا على الحالة المرجعية ، بحيث عند $E_{pe} = 0$ عندما يكون النابض غير مشوه أي x=0 فإن cte=0 ومنه فإن :

$$E_{pe} = \frac{1}{2}k.x^2$$

2 الطاقة الميكانيكية.

الطاقة الميكانيكية لمجموعة E_m هي مجموع الطاقة الحركية E_C وطاقة الوضع Ep يعني: $E_m = E_c + E_p$. حيث طاقة الوضع Ep هي مجموع طاقة الوضع الثقالية Epp وطاقة الوضع المرنة E_{pe}: $E_p = Epp + E_{pe}$

ونختار كمرجعا لطاقة الوضع الثقالية المستوى الأفقي المار من G حيث تكون : Epp = 0 ؛ ومنه: $E_p = Epe = \frac{1}{2}k.x^2$ وبالتالي تعبير الطاقة الميكانيكية هو : $Em = Ec + Ep = \frac{1}{2}m.v^2 + \frac{1}{2}k.x^2 + cte$

في حالة cte=0 وبتعويض $v = \dot{x}$ نحصل على :

$$Em = \frac{1}{2}m.\dot{x}^2 + \frac{1}{2}k.x^2$$

- إنحفاظ الطاقة الميكانيكية .

عندما تكون الاحتكاكات مهملة في هذه الحالة يبقى وسع التذبذبات Xm ثابتا ، فنحصل على نظام دوري دوره الخاص T0 ، فيكون عندنا انحفاظ الطاقة الميكانيكية للمجموعة Em مهما كانت قيم X و V

- عندما تأخذ الاستطالة قيمتها القصوية Xm فان الطاقة الميكانيكية هي : $Em = \frac{1}{2}k.X_m^2$ ، وعنما تكون الاستطالة منعدمة x=0 فان الطاقة الميكانيكية هي $Em = \frac{1}{2}mV_m^2$

وبالتالي فإن :

$$Em = \frac{1}{2}mV_m^2 = \frac{1}{2}k.X_m^2$$

ومنه نستنتج السرعة القصوية Vm :

$$V_m = X_m.\sqrt{\frac{k}{m}}$$

كذلك يمكن أن نحصل على المعادلة التفاضلية للمتذبذب انطلاقا من الطاقة الميكانيكية أي بعملية أشتقاقها بالنسبة للزمن :

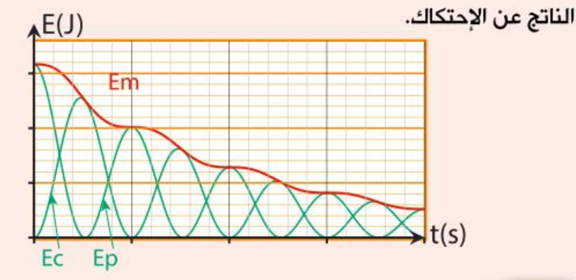
لدينا : Em=cte ومنه : $\frac{dEm}{dt} = \frac{d}{dt}(\frac{1}{2}m.\dot{x}^2 + \frac{1}{2}k.x^2) = 0$

يعني : $\frac{1}{2}.m.2.\dot{x}.\ddot{x} + \frac{1}{2}.k.2.x.\dot{x} = 0$ أي : $m.\ddot{x} + kx = 0$

وبالتالي : $\ddot{x} + \frac{k}{m}.x = 0$

- عدم إنحفاظ الطاقة الميكانيكية .

إذا كانت الإحتكاكات غير مهملة ، في هذه الحالة يتناقص و سع التذبذبات و بالتالي تتناقص الطاقة الميكانيكية مع مرور الزمن بفعل الإنتقال الحراري الناتج عن الإحتكاك.



III الدراسة الطاقية لنواس اللي

1 الطاقة الحركية للمجموعة

الطاقة الحركية لنواس اللي هي :

$$E_c = \frac{1}{2}J_\Delta.\dot{\theta}^2$$

حيث J_Δ هو عزم قصور القضيب بالنسبة للمحور (Δ) و $\dot{\theta}$ السرعة الزاوية لدوران القضيب ، حيث : $\dot{\theta}(t) = -\omega_0.\theta_m.\sin(\omega_0 t + \varphi)$

المظاهر الطاقية

2 طاقة الوضع للي للمجموعة .

بصفة عامة شغل قوة ثابتة لجسم في حالة دوران حول محور ثابت (Δ) هو : $W_{AB}(\vec{F}) = M_\Delta(\vec{F}).\Delta\theta$ ، و نعبر عن الشغل الجزئي لمزدوجة اللي بالعلاقة : $\delta W = M_c.\delta\theta$ حيث Mc هي مزدوجة اللي : $M_c = -C.\theta$

ومنه : $\delta W = -C.\theta.\delta\theta$ أو تكتب على هذا الشكل $dW = -C.\theta.d\theta$

واعتمادا على التكامل نحصل على : $W_{\theta1\to\theta2} = \int_{\theta1}^{\theta2} -C.\theta.d\theta$

يعني : $W_{\theta1\to\theta2} = \left[\frac{-C.\theta^2}{2}\right]_{\theta1}^{\theta2} = \frac{1}{2}C.\theta_1^2 - \frac{1}{2}C.\theta_2^2$

نطبق مبرهنة الطاقة الحركية على نواس اللي بين موضعين أفصولاهما تبعا θ_1 و θ_2 :

$$\Delta Ec = W(\vec{P}) + W(\vec{R}) + W(Mc)$$

$$\Delta Ec = 0 + 0 + \frac{1}{2}C.\theta_1^2 - \frac{1}{2}C.\theta_2^2$$

$$\Delta Ec = \frac{1}{2}C.\theta_1^2 - \frac{1}{2}C.\theta_2^2$$

نعبر إذن عن طاقة الوضع للي بالعلاقة التالية :

$$E_{pt} = \frac{1}{2}C.\theta^2 + cte$$

cte: ثابتة تتعلق بالحالة المرجعية. بحيث عند Ep=0 لدينا θ=0 ومنه cte=0

3 الطاقة الميكانيكية للمجموعة

الطاقة الميكانيكية لمجموعة E_m هي مجموع الطاقة الحركية E_C وطاقة الوضع E_{pt} : $E_m = E_c + E_{pt} = \frac{1}{2}J_\Delta.\dot\theta^2 + \frac{1}{2}C.\theta^2 + cte$

إذا كان cte=0 فإن :

$$E_m = \frac{1}{2}J_\Delta.\dot\theta^2 + \frac{1}{2}C.\theta^2$$

عندما تأخذ θ قيمتها القصوية θ_m فان الطاقة الميكانيكية هي : $E_m = \frac{1}{2}C.\theta_m^2$ ، وعنما تكون θ=0 فان الطاقة الميكانيكية هي : $E_m = \frac{1}{2}J_\Delta.\dot\theta_m^2$ ومنه :

$$E_m = \frac{1}{2}J_\Delta.\dot\theta_m^2 = \frac{1}{2}C.\theta_m^2$$

ومنه نستنتج السرعة القصوية الزاوية $\dot\theta_m$:

$$\dot\theta_m = \theta_m.\sqrt{\frac{C}{J_\Delta}}$$

كذلك يمكن أن نحصل على المعادلة التفاضلية للمتذبذب انطلاقا من الطاقة الميكانيكية أي بعملية أشتقاقها بالنسبة للزمن :

لدينا : Em=cte ومنه : $\frac{dE_m}{dt} = \frac{d}{dt}(\frac{1}{2}J_\Delta.\dot\theta^2 + \frac{1}{2}C.\theta^2) = 0$

يعني : $\frac{1}{2}J_\Delta.2\dot\theta.\ddot\theta + \frac{1}{2}C.2.\theta.\dot\theta = 0$ أي : $J_\Delta.\ddot\theta + .C\theta = 0$

وبالتالي : $\ddot\theta + .\frac{C}{J_\Delta}\theta = 0$

عندما تكون الاحتكاكات مهملة في هذه الحالة يبقى وسع التذبذبات θm ثابتا ، فنحصل على نظام دوري دوره الخاص $T_0 = 2\pi\sqrt{\frac{J_\Delta}{C}}$ ، فيكون عندنا انحفاظ الطاقة الميكانيكية للمجموعة Em ، أما إذا كانت الإحتكاكات غير مهملة ، في هذه الحالة يتناقص و سع التذبذبات و بالتالي تتناقص الطاقة الميكانيكية مع مرور الزمن بفعل الإنتقال الحراري الناتج عن الإحتكاك.

IV الدراسة الطاقية لنواس وازن

1 الطاقة الحركية للمجموعة

الطاقة الحركية لنواس الوازن هي : $E_c = \frac{1}{2}J_\Delta.\dot\theta^2$

حيث J_Δ هو عزم قصور القضيب بالنسبة للمحور (Δ) و $\dot\theta$ السرعة الزاوية لدوران الجسم ، حيث : $\dot\theta(t) = -\omega_0.\theta_m.\sin(\omega_0 t + \varphi)$

2 طاقة الوضع الثقالية .

طاقة الوضع الثقالية للنواس الوازن في مجال الثقالة هي :

$$E_{pp} = m.g.z + cte$$

cte : ثابتة تتعلق بالحالة المرجعية حيث Epp=0 عند z=0 ومنه cte=0

حسب الشكل z أنسوب G مركز قصور النواس هو :

$$z = OA - AH = d - d.\cos(\theta) = d(1 - \cos(\theta))$$

المظاهر الطاقية

3 الطاقة الميكانيكية للمجموعة

الطاقة الميكانيكية لمجموعة E_m هي مجموع الطاقة الحركية E_C وطاقة الوضع الثقالية E_{pp} :

$$E_m = E_c + E_{pp} = \frac{1}{2} J_\Delta \dot{\theta}^2 + m.g.z + cte$$

إذا كان cte=0 فإن :

$$E_m = \frac{1}{2} J_\Delta \dot{\theta}^2 + m.g.z$$

عندما تأخذ z قيمتها القصوية Z_m حيث $z_m = d(1-\cos(\theta_m))$ فإن :

الطاقة الميكانيكية هي :

$$E_m = E_{pp} = m.g.z_m$$

، وعنما تكون z=0 إي θ=0

لأن : $z = d(1-\cos(\theta))$

فان الطاقة الميكانيكية هي

$E_m = \frac{1}{2} J_\Delta \dot{\theta}_m^2$ ومنه :

$$E_m = \frac{1}{2} J_\Delta \dot{\theta}_m^2 = m.g.z_m = m.g.d(1-\cos(\theta_m))$$

في حالة الزوايا الصغيرة θ يمكن استعمال التقريب التالي :

$1-\cos(\theta_m) = \frac{\theta_m^2}{2}$ ومنه تعبير Em هو :

$$E_m = \frac{1}{2} J_\Delta \dot{\theta}_m^2 = \frac{m.g.d.\theta_m^2}{2}$$

ومنه نستنتج السرعة الزاوية القصوية $\dot{\theta}m$:

$$\dot{\theta}_m = \theta_m \sqrt{\frac{m.g.d}{J_\Delta}}$$

في غياب للأحتكاكات تبقى الطاقة الميكانيكية للنواس الوازن في مجال الثقالة ثابتة حيث : $E_m = \frac{1}{2} J_\Delta \dot{\theta}^2 + m.g.d(1-\cos(\theta))$

ومنه يمكن أن نحصل على المعادلة التفاضلية للمتذبذب انطلاقا من الطاقة الميكانيكية أي بعملية أشتقاقها بالنسبة للزمن :

لدينا : Em=cte ومنه :

$$\frac{dE_m}{dt} = \frac{d}{dt}\left(\frac{1}{2} J_\Delta \dot{\theta}^2 + m.g.d(1-\cos(\theta))\right) = 0$$

يعني : $\frac{1}{2} J_\Delta .2\dot{\theta}.\ddot{\theta} + m.g.d.\sin(\theta).\dot{\theta} = 0$

يعني : $J_\Delta \ddot{\theta} + mg.d.\sin(\theta) = 0$ ومنه : $\ddot{\theta} + \frac{mg.d}{J_\Delta}.\sin(\theta) = 0$

وإذا كانت الزاوية θ صغيرة فإن : $\sin(\theta) \approx \theta$ ومنه نحصل على المعادلة التفاضلية للمتذبذب : $\ddot{\theta} + \frac{mg.d}{J_\Delta}.\theta = 0$

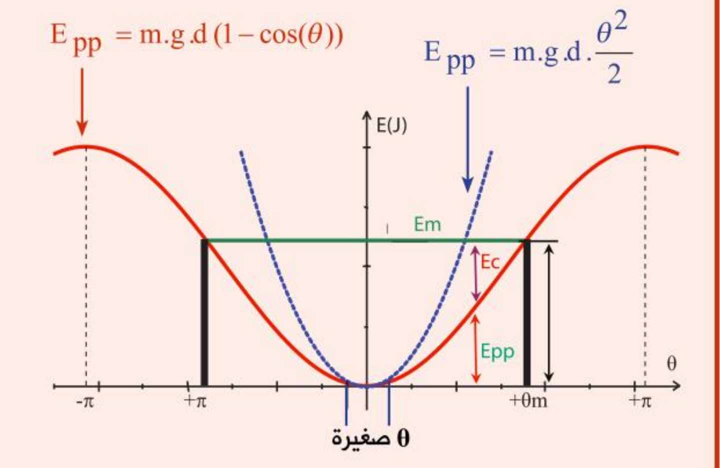
في غياب للأحتكاكات تبقى الطاقة الميكانيكية للنواس الوازن في مجال الثقالة ثابتة حيث : $E_m = E_c + E_{pp} = cte$ يعني : $\Delta E_c + \Delta E_{pp} = 0$

عندما تكون الاحتكاكات مهملة في هذه الحالة يبقى وسع التذبذبات θm ثابتا ، فنحصل على نظام دوري دوره الخاص $T_0 = 2\pi\sqrt{\frac{J_\Delta}{m.g.d}}$ ، فيكون عندنا انحفاظ الطاقة الميكانيكية للمجموعة Em ، أما إذا كانت الإحتكاكات غير مهملة ، في هذه الحالة يتناقص و سع التذبذبات و بالتالي تتناقص الطاقة الميكانيكية مع مرور الزمن بفعل الإنتقال الحراري الناتج عن الإحتكاك.

مخططات الطاقة

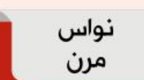
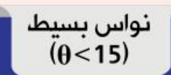
لدينا تعبير الطاقة الميكانيكية للنواس الوازن هي :

$$E_m = \frac{1}{2} J_\Delta \dot{\theta}^2 + m.g.d(1-\cos(\theta))$$



المظاهر الطاقية

جدول يلخص أهم المتذبذبات الميكانيكية و مظاهرها الطاقية .

	نواس مرن	نواس اللي	نواس وازن $(\theta<15)$	نواس بسيط $(\theta<15)$
الاستطالة	افصول خطي x	افصول زاوي θ	افصول زاوي θ	افصول زاوي θ
معامل قصور المجموعة	الكتلة m	عزم القصور J_Δ	عزم القصور J_Δ	عزم القصور J_Δ $J_\Delta = m.l^2$
تأثير الارتداد	القوة المرنة $F = -k.x$	مزدوجة اللي ، عزمها $Mc = -C.\theta$	وزن النواس ، عزمه $Mp = -m.g.d.\theta$	وزن النواس ، عزمه $Mp = -m.g.l.\theta$
المعادلة التفاضلية المميزة	$\ddot{x} + \frac{k}{m}.x = 0$	$\ddot{\theta} + \frac{C}{J_\Delta}.\theta = 0$	$\ddot{\theta} + \frac{m.g.d}{J_\Delta}.\theta = 0$	$\ddot{\theta} + \frac{g}{l}.\theta = 0$
النبض الخاص	$\omega_0 = \sqrt{\frac{k}{m}}$	$\omega_0 = \sqrt{\frac{C}{J_\Delta}}$	$\omega_0 = \sqrt{\frac{m.g.d}{J_\Delta}}$	$\omega_0 = \sqrt{\frac{g}{l}}$
الدور الخاص	$T_0 = 2\pi\sqrt{\frac{m}{k}}$	$T_0 = 2\pi\sqrt{\frac{J_\Delta}{C}}$	$T_0 = 2\pi\sqrt{\frac{J_\Delta}{m.g.d}}$	$T_0 = 2\pi.\sqrt{\frac{l}{g}}$
التردد الخاص	$f_0 = \frac{1}{2\pi}\sqrt{\frac{k}{m}}$	$f_0 = \frac{1}{2\pi}\sqrt{\frac{C}{J_\Delta}}$	$f_0 = \frac{1}{2\pi}\sqrt{\frac{m.g.d}{J_\Delta}}$	$f_0 = \frac{1}{2\pi}\sqrt{\frac{g}{l}}$
المعادلة الزمنية	$x(t) = X_m.\cos(\omega_0 t + \varphi)$	$\theta(t) = \theta_m.\cos(\omega_0 t + \varphi)$	$\theta(t) = \theta_m.\cos(\omega_0 t + \varphi)$	$\theta(t) = \theta_m.\cos(\omega_0 t + \varphi)$
طاقة الوضع	$E_{pe} = \frac{1}{2}k.x^2$	$E_{pt} = \frac{1}{2}C.\theta^2$	$E_{pp} = m.g.d.\frac{\theta^2}{2}$	$E_{pp} = m.g.l.\frac{\theta^2}{2}$
الطاقة الحركية	$E_c = \frac{1}{2}m.\dot{x}^2$	$E_c = \frac{1}{2}J_\Delta.\dot{\theta}^2$	$E_c = \frac{1}{2}J_\Delta.\dot{\theta}^2$	$E_c = \frac{1}{2}J_\Delta.\dot{\theta}^2$
الطاقة الميكانيكية لمجموعة محافظة	$Em = \frac{1}{2}mV_m^2 = \frac{1}{2}k.X_m^2$	$E_m = \frac{1}{2}J_\Delta.\dot{\theta}_m^2 = \frac{1}{2}C.\theta_m^2$	$E_m = \frac{1}{2}J_\Delta\dot{\theta}_m^2 = m.g.d.\frac{\theta_m^2}{2}$	$E_m = \frac{1}{2}J_\Delta\dot{\theta}_m^2 = m.g.l.\frac{\theta_m^2}{2}$
السرعة القصوية	$V_m = X_m.\sqrt{\frac{k}{m}}$	$\dot{\theta}_m = \theta_m.\sqrt{\frac{C}{J_\Delta}}$	$\dot{\theta}_m = \theta_m\sqrt{\frac{m.g.d}{J_\Delta}}$	$\dot{\theta}_m = \theta_m\sqrt{\frac{g}{l}}$
العلاقة بين السرعة القصوية و النبض الخاص	$V_m = X_m.\omega_0$	$\dot{\theta}_m = \theta_m.\omega_0$	$\dot{\theta}_m = \theta_m.\omega_0$	$\dot{\theta}_m = \theta_m.\omega_0$





الذرة وميكانيك نيوتن

المحتوى

- حدود ميكانيك نيوتن
- تكمية التبادلات الطاقية
- تكمية مستويات الطاقة لذرة و لجزيئة، ولنواة .
- تطبيقات على الأطياف .
- ثابتة بلانك h، العلاقة $\Delta E = h.\nu$.

المعارف والمهارات المستهدفة

- معرفة تعبيري قوة التأثير البيني التجاذبي، وقوة التأثير البيني الكهرساكن .
- تعرف أن طاقة الذرة مكماة .
- معرفة أن ميكانيك نيوتن لا تمكن من تفسير تكمية طاقة الذرة .
- معرفة واستغلال العلاقة : $\Delta E = h.\nu = h.\frac{c}{\lambda}$.
- معرفة العلاقة بين الإلكترون فولط والجول .
- تفسير طيف الحزات .

Omar PC

optimus.227405@gmail.com
الأستاذ : عمار بناني ، جهة بني ملال خنيفرة

الذرة وميكانيك نيوتن

I حدود ميكانيك نيوتن (الكلاسيكية)

1 قانون نيوتن و قانون كولوم

قانون نيوتن : نعتبر جسمين ماديين نقطيين A و B كتلتاهما m_A و m_B وتفصل بينهما المسافة d=AB يطبق أحدهما على الآخر قوة تجاذب عن بعد تسمى قوة التجاذب الكوني، تعبيرها هو :

$$\vec{F}_{A/B} = -\vec{F}_{B/A} = -\frac{G.m_A.m_B}{AB^2}\vec{u}_{AB}$$

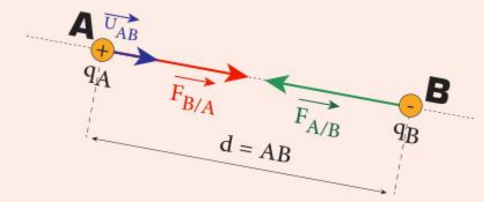
منظم هذه القوة :

$$F_{A/B} = G.\frac{m_A.m_B}{AB^2}$$

حيث : G ثابتة التجاذب الكوني $G = 6.67.10^{-11} m^3 kg^{-1} s^{-2}$

و $\vec{u}_{AB}$ متجهة واحدية موجهة من A نحو B .

قانون كولوم : نعتبر جسمان نقطيان A و B شحنتاهما q_A و q_B و كتلتاهما مهملة.

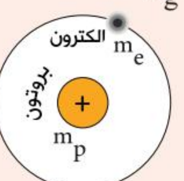


يطبق كل جسم على آخر قوة تجاذب أو تنافر اتجاهها هو المستقيم المار من A و منحاها يتعلق باشارتي q_A و q_B , و شدتها تكتب على الشكل التالي:

$$F_{A/B} = K.\frac{|q_A|.|q_B|}{AB^2}$$

حيث K ثابتة تتعلق بالوسط ، قيمتها في الفراغ هي : $K = 9.10^9 (S.I)$

ملحوظة : التأثير البيني التجاذبي في الذرة مهمل أمام التأثير البيني الكهرساكن. مثلا في حالة ذرة الهيدروجين : $F_g << F_e$



$$\frac{F_g}{F_e} = \frac{G.m_e.m_p}{K.e.e} \approx 4.4.10^{-40}$$

Fe هي شدة القوة الكهرساكنة و Fg : شدة قوة التأثير البيني التجاذبي .

2 النموذج الكوكبي الذري

اقترح العالم الفيزيائي إيرنست رذرفورد (Rutherford) في مطلع القرن العشرين نموذجا كوكبيا للذرة حيث تلعب فيه النواة دورا شبيها بالكوكب، و تلعب الإلكترونات في مداراتها دورا شبيها بأقمار هذا الكوكب.

ورغم أن قوى التأثير التجاذبي (بين الكوكب والأقمار)، وقوى التأثير البيني الكهرساكن (بين النواة والإلكترونات) تتغيران حسب نفس المقدار $\frac{1}{AB^2}$ ولكن بنية المجموعة الكوكبية وبنية المجموعة الذرية مختلفتين.

3 حدود ميكانيك نيوتن

بالنسبة للمجموعة الكوكبية (أرض-قمر صناعي) وحسب ميكانيك نيوتن : شعاع مدار القمرالأصطناعي وطاقة المجموعة يأخذان جميع القيم الممكنة و ذلك حسب الشروط البدئية.

أما بالنسبة للمجموعة الذرية (نواة-إلكترون) وحسب ميكانيك نيوتن : فإن شعاع مدار الإلكترون حول النواة يمكن أن يأخذ جميع القيم وبالتالي فإن حجم الذرة سيأخذ جميع القيم الممكنة وهذا غير صحيح ، مما يبين أن ميكانيك نيوتن تبقى عاجزة عن تفسير الظواهر التي تحدث على مستوى الذرات. ومن بينها مستويات الطاقة .

II تكمية التبادلات الطاقية

1 تعريف

عندما تصطدم ذرة بدقائق مادية أو عندما يحدث تأثير بيني بين الذرة و الشعاع الضوئي، يحدث تبادل للطاقة بكميات منفصلة و محددة , فنقول إن هذه الطاقة المتبادلة مكماة quantique .

2 نموذج الفوتون

طور اينشتاين فكرة ماكس بلانك التي تقول أن الضوء موجة كهرومغنطيسية تحمل طاقة مكمات E , حيث أثبت أن هذه الطاقة تحملها دقائق تسمى الفوتونات، هذه الأخيرة عبارة عن دقائق ليست لها كتلة أو شحنة، و تنتقل في الفراغ بسرعة الضوء $c=3.10^8 m.s^{-1}$ ، بحيث:

$$E = h.\nu = h.\frac{c}{\lambda}$$

E : طاقة الفوتون ويعبر عنها بالكترون فولط eV حيث : $1eV=1.6\ 10^{-19}J$

ν : تردد الموجة بالهرتز Hz و λ : طول الموجة بالمتر m و h : ثابتة بلانك حيث $h=6,626.10^{-34}$ S.I

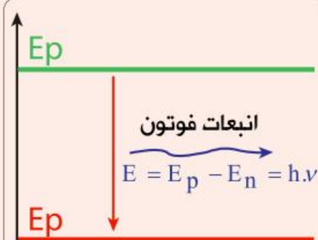
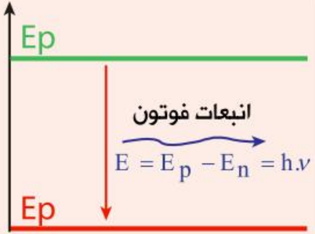
الذرة وميكانيك نيوتن

3 موضوعات بوهر Postulats de Bohr

لتفسير التأثير البيني بين الذرة و إشعاع ضوئي، وضع الفيزيائي بوهر موضوعات تحمل اسمه، وهي :

- يدور الإلكترون حول النواة في مستويات طاقية مكماة ، أي محددة.
- الذرة لا توجد إلا في مستويات طاقية معينة، أي لا تتواجد الإلكترونات بين مستويات الطاقة.
- تغيرات الطاقة لذرة ما تغيرات مكماة.
- عندما ينتقل الإلكترون من مستوى طاقي Ep إلى مستوى طاقي أصغر En يتم انبعاث فوتون (امتصاص فوتون في حالة Ep<En) تردده ν حيث :

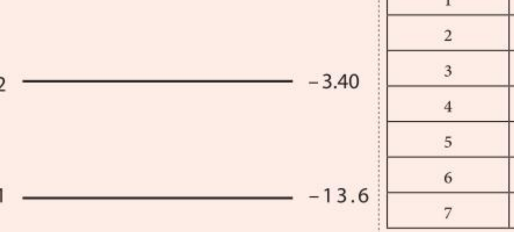
$$E_p - E_n = h.\nu = h.\frac{c}{\lambda}$$

III تكمية مستويات الطاقة

1 تكمية مستويات الطاقة في الذرة

- نميز كل مستوى طاقي بعدد صحيح طبيعي n يسمى العدد الكمي، حيث: $n = 1, 2, 3, 4, ...\infty$
- المستوى الذي يوافق العدد n=1 يسمى بالمستوى الأساسي و هو المستوى ذي الطاقة الأصغر.
- المستويات التي توافق العدد n>1 تسمى بالمستويات المثارة .
- المستوى الذي يوافق العدد $n=\infty$ يسمى بمستوى التأين في هذه الحالة تكون الإلكترونات غير مرتبطة بالنواة.
- الإنتقال هو المرور من حالة إلى حالة أخرى ذات مستوى طاقي أكبر (إثارة) أو ذات مستوى طاقي أصغر (فقدان الإثارة) .



يمكن حساب قيم مستويات الطاقة اعتمادا على العلاقة التالية :

$$E_n = \frac{-13.6\ eV}{n^2}$$

n	En
1	-13,6
2	-3,4
3	-1,511
4	-0,85
5	-0,544
6	-0,378
7	-0,277

2 تكمية مستويات الطاقة في الجزيئات و النوى

- خلال التأثيرات البينية بين الذرات تتشكل الجزيئات فيزداد عدد مستويات الطاقة و يكبر وسعها حيث تتعلق الطاقة المكماة للجزيئات بالالكترونات، و باهتزازات الجزيئة و بدورانها.

إن طاقة النواة مكماة (مثل الذرة) , إذ تنقل النواة من مستوى طاقي إلى اخر مثل الذرة و الجزيئة ، كما يمكن للنواة أن تثار بفعل اصطدامها مع دقيقة مادية عالية الطاقة.

3 خلاصة

تتوفر الذرة والجزيئة والنواة على مستويات طاقة مكماة ؛ عندما تتبادل هذه المجموعات طاقة مع الوسط الخارجي فإنها تنتقل من مستوى طاقته Ep إلى مستوى طاقته En أو العكس ؛ وهذه الطاقة المتبادلة هي :

$$\Delta E = E_n - E_p$$

حيث : En>Ep

التبادلات الطاقية للجزيئة تكون ب meV وللذرة ب eV وللنواة ب MeV

IV تطبيقات على الأطياف

1 تعريف

طيف ضوء هو مجموع الإشعاعات التي يتكون منها ضوء ويتميز كل إشعاع بطول موجة λ في الفراغ .

2 طيف ذرة.

طيف الأنبعاث : يتكون طيف الأنبعاث لعنصر كيميائي من حزات طيفية تمثل الإشعاعات الأحادية اللون التي تركب الضوء الذي تبعثه ذرات هذا العنصر عند إثارتها.

طيف الامتصاص : طيف الامتصاص لعنصر كيميائي هو طيف الضوء الأبيض تنقصه الإشعاعات الأحادية اللون التي تمتصها ذرات هذا العنصر و التي تظهر على شكل حزات مظلمة.

مثال :

طيف حزات الإنبعاث لذرة الهيدروجين H

400 500 600 700 l (nm)

H

H

400 500 600 700 l (nm)

طيف حزات الامتصاص لذرة الهيدروجين H

عندما تنتقل ذرة من مستوى طاقي Ep إلى مستوى أخر En اقل، تفقد هذه الذرة طاقة تبعثها على شكل إشعاع تردده ν. بحيث :

$$\Delta E = E_p - E_n = h.\nu$$

- كلما كان الفرق ΔE كبيرا كلما كان التردد ν أكبر.
- لا تتعلق مستويات الطاقة لذرة إلا بطبيعتها، حيث تبعث هذه الأخيرة إشعاعات تميزها.
- ترددات الإشعاعات المنبعثة تحددها مستويات الطاقة.

Omar PC
optimus.227405@gmail.com
الأستاذ : عمار بناني ، جهة بني ملال خنيفرة

الذرة وميكانيك نيوتن



لحساب طول موجة الإنبعاث أو الإمتصاص λ :

لدينا : $E_p - E_n = h.\nu = h.\frac{c}{\lambda}$ و لدينا : $E_n = \frac{-Eo}{n^2}$ وكذلك :

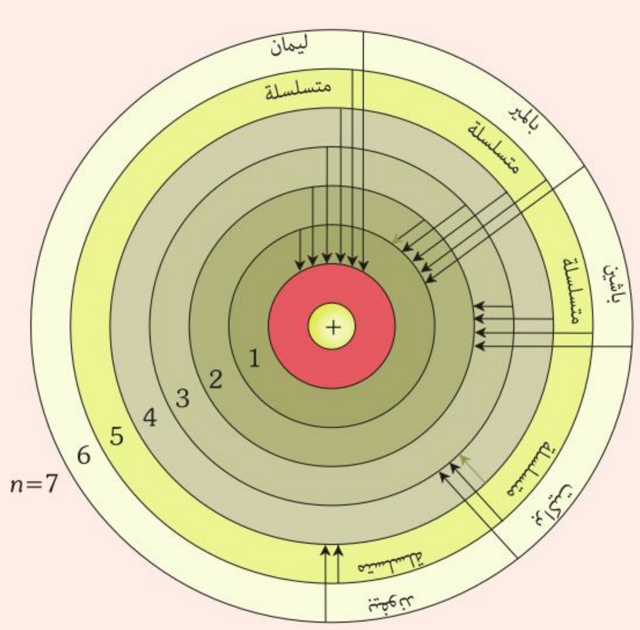
حيث : $E_p = \frac{-Eo}{p^2}$ حيث : $E_0 = 13.6\ eV$ ومنه :

$$h.\frac{c}{\lambda} = \frac{-Eo}{p^2} + \frac{Eo}{n^2} = E_0(\frac{1}{n^2} - \frac{1}{p^2})$$

يعني :

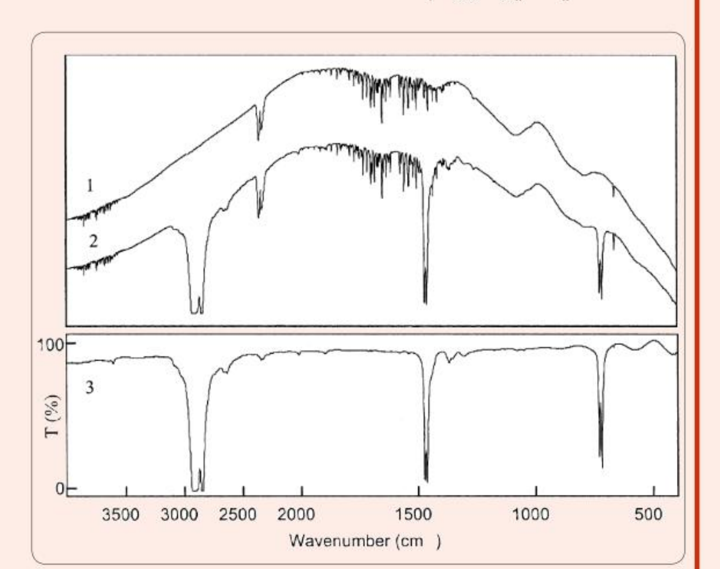
$$\frac{1}{\lambda} = \frac{E_0}{h.c}\left(\frac{1}{n^2} - \frac{1}{p^2}\right)$$

حيث : $R_h = \frac{E_0}{h.c}$ هي ثابتة ريدبرغ $Rh = 1.0973\ 10^7\ m^{-1}$



2 أطياف الجزيئات و النوى

- يتكون طيف الامتصاص لجزيئة من جزيئات مجالات الامتصاص، حيث تنخفض الشدة الضوئية للإشعاع ممتص فجاة و توافق كل قمة مقلوبة تردد الإشعاع الممتص, و يمكن تحليل طيف الامتصاص لجزيئة من التعرف عن هده الأخيرة لكونه يقدم معلومات عن المجموعات الوضعية، و عن الروابط التي تحتوي عليها الجزيئة.
- طاقة النوى هي أيضا مكماة، ففي النشاط الإشعاعي نحصل على نواة متولدة في إثارة، و عند فقدنها لهذه الإثارة ينتج عن كل ذلك أنبعاث فوتونات ذات طاقة عالية تميز النوى الباعثة.



الأستاذ : عمار بناني ، جهة بني ملال خنيفرة

optimus.227405@gmail.com
Omar PC